

선체설계 시스템 개발을 위한 요소기술 개발

김광욱 <선박해양공학연구센터 책임연구원> , 봉현수 <대우조선공업 부장>
서승완 <선박해양공학연구센터 선임연구원> , 박순길 <대우조선공업 부장>
장석호 <현대중공업 부장>

1. 서 언

본 연구에서는 첫째로, 자체적으로 정립한 시스템 개발방법론인 객체지향 기술을 적용하여 선체설계 전산시스템의 요구사항 및 기능분석을 수행하여, 유닛모델 개념(선체의 각 부분에서 보여지는 특징적인 구조를 유닛으로 하고 선체구조정보를 설계변수화하여 파라메트릭 설계기법을 이용하여 모델링하는 방법임)의 초기 선체 모델링기법을 제시하고 이를 검증하므로써, 유조선 화물창부의 초기 모델링을 통한 구조설계 대안의 신속한 검토와 초기물량의 정확한 산출이 가능하도록 하였다. 둘째로, 모델링 기술 분야에서는, 선박제품 모델링을 위한 기반 기술로써(여기서, 제품모델링이란 최근 CAD/CAM 및 CIM 분야에서 거론되는 기술분야로서, 설계 및 생산의 대상이 되는 제품의 제반정보를 전산기 내에서 모델로써 표현하고자 하는 시도임) 선박 제품모델의 표현방법론과 내부처리 기법을 정의하였고, 이 방법론에 따라 객체지향 구획배치 프로그램(OO_COMDEF)을 개발하여 본 연구에서 제시한 제품모델의 표현방법론을 검증하였다.

셋째로 응용 프로그램 개발 분야에서는 선체 상세설계를 지원할 수 있는 시스템 설계를 수행하였고, 이를 토대로 이종선체 유조선의 화물창부의 Hopper Tank부의 Stiffener 배치를 자동적으로 생성할 수 있는 시험용 프로그램을 개발하여 그

개념을 검증하였다.

선체설계 전산시스템을 개발하기 위한 전략수립을 위하여 현재의 선체설계업무의 분석, 향후 예상되는 선체설계 및 생산분야의 기술추이등을 고찰하고, 요구되는 시스템 기능중에서 우선 개발되어야 할 기능의 선정과 이를 실현하기 위한 전산화적인 기술의 확보 및 검증을 수행하였다.

현재 국내에 도입 활용중인 선체 CAD 시스템은 선체 생산용 CAD시스템으로 선체일품도 정의에 의한 NC Cutting용 부품형상 정보산출이 주요 기능이므로 선체설계, 생산의 수직적인 업무의 일부는 제공하고 있으나 선체 기본설계 지원에 필요한 유사설계나 모방설계를 위한 구조설계 모델링과 구조해석용 모델링 기능, 초기모델로부터 생산관리 정보 산출에는 활용할 수 없다.

따라서 선체 기본설계 단계에 일정계획, 진도관리, 통계분석을 위한 물량정보를 조기에 산출하고 추정정도를 향상시킬 수 있는 시스템 개발은 국내 조선소 생산성 향상 측면에서 매우 중요하다. 시스템 개발의 첫 목표는 구조설계 단계에서 산출된 초기설계정보를 가지고 유닛 모델링 개념에 의해 선체모델을 즉시 구축한 뒤 조립, 탑재를 위한 블록분할을 전산적으로 처리 가능하게 하고 소조립, 중조립, 대조립 단계에서의 블록조립, 탑재를 위한 생산량 관리단위와 작업물량을 산출할 수 있도록 하는 것이다.

국내조선소에서의 선체설계 전산화는 국외로 부

터 도입된 시스템을 사용하여 추진하여 왔으나, 도입된 시스템은 실제 설계업무에 잘 부합되지 않는 요소가 있다. 기본적인 성능이 갖춰졌다 하더라도 여러측면에서 기능의 보강에 대한 요구는 있게 마련이다. 국내 조선업체가 도입된 시스템의 Source를 가지고 있지 못한 관계로 시스템을 개발 보강한다는 것은 불가능한 일이다. Software 공급사가 Source를 공급하지 않기 때문에 국내 조선소는 시스템 유지비를 국외 공급사에게 지불하여야 한다. 이것은 기술의 해외예속을 의미하는 것이다. 장래의 상황을 고려할 때 계속 국외시스템을 도입하는 것은 바람직하지 못한 것으로 생각된다. 본 과제의 목적은 국내에서 선체 CAD시스템을 개발하는 것이며 이를 위하여 우선 개발되어야 하는 내용을 설명한 시스템 개발 요구사항을 외판구조, 내부구조, 부품생성 및 공작정보, 모델링의 수정 등 적용분야별로 나누어 작성하였다.

본 연구에서는 선체 설계 전산시스템을 개발하기 위한 첫 단계로서 크게 보아 다음과 같은 3가지 분야에 대해서 세계의 세부과제로 나누어서 수행하였다.

- 1) "CSDP-선체모델링 기법 개발"[11]:
선체설계 전산시스템의 요구분석 및 기능분석
- 2) "CSDP-선체 CAD시스템 개발"[4]:
선체 CAD시스템의 시스템 설계
- 3) "CSDP-선체 상세설계 지원 전문가 시스템 개발"[16]:
선체 상세설계 지원 시스템의 시스템 설계

Fig. 7.1에는 선체설계의 흐름과 선체설계를 지원하기 위한 선체설계 전산시스템(선체 기본설계 및 구조해석 시스템, 선체 상세설계 지원시스템 및 선체 CAD시스템)의 업무적용 범위를 나타내고 있다.

2. 선체 모델링을 위한 자료 구조

1) 개요

개발하고자 하는 선체 CAD시스템에 대한 기능분석 결과를 토대로 선체 모델을 구축하기 위한 자료 구조를 객체 지향 모델링 기술을 이용하여 정의하였다.

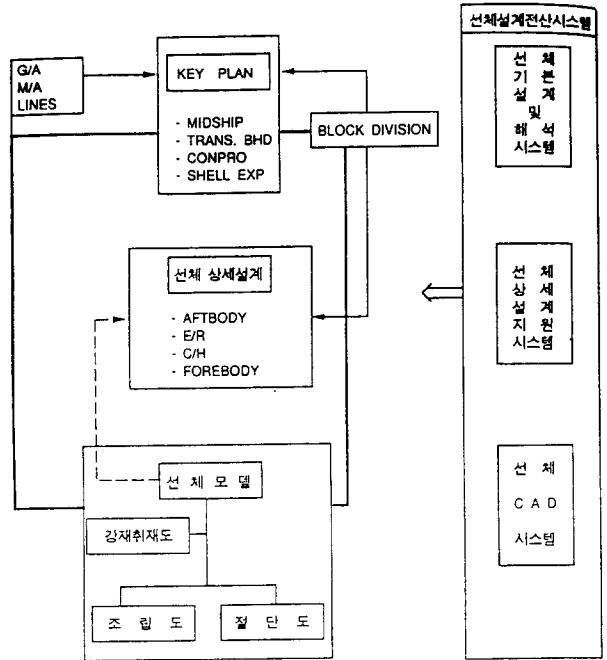


Fig. 7.1 Design flow of hull structure and application domain of the computerized hull structure system

객체 지향 모델링 기술은 모델링 대상이 되는 문제 영역을 전산 시스템화 하기 위한 한 가지 방법으로서 문제 영역 내에 포함되어 있는 객체요소들을 도출하고, 그 객체들이 어떤 상관 관계를 유지하고 있는지를 정의하므로써 시스템을 모델링하는 방식이다. 즉 객체라는 정보 단위를 사용하여 시스템을 모델링하는 방식으로서 시스템 설계자 입장에서는 문제 영역으로 부터 객체를 도출하고, 그 객체들간의 상관 관계를 정의해 주는 것이 핵심 기술이다.

객체는 현실 세계에 존재하는 개념적 객체로서 예를 들면 상관관면, No. 1. Cargo Hole 등으로 자기 자신의 고유한 성질을 표현하기 위한 데이터구조(이하 "멤버데이터"라함)와 데이터를 처리하는 기능(이하 "멤버 함수"라 함)을 함께 갖는 정보 단위로서, 객체를 정의하는 것이 결국 해당 시스템의 자료 구조를 결정하는 것이 된다. 따라서, 본 논문에서는 이중 선각구조 대형 유조선의 중앙 화물창부에 대한 선체 모델을 구축하기 위해 필요한 객체를 도출하고, 이들 객체들간의 상관 관계를 정의한 후, 각각의 객체에 대한 멤버데이터와 멤

버 함수를 결정하였다.

2) 선체 모델 구축을 위한 객체의 도출

선체 구조는 부재의 집합에 의해서 구조가 완성되지만, 설계자는 초기 단계에서 부터 하나하나의 부재를 고려하면서 설계하지는 않는다. 즉, 초기 단계에서는 이중저의 폭/높이, floor의 수와 크기, bilge hopper tank의 형상 등 형상 구조에 관한 설계 정보 중심으로 설계가 진행되는 반면, 세부 부재의 치수가 어느 정도 되어야 하는지는 상세 설계를 통해 결정된다. 이와 같이 각 설계단계에 따라 설계 대상이 다르게 되는데 구조의 기본 설계에서 상세/생산 설계로 진행되는 설계 흐름을 자연스럽게 표현할 수 있는 선체모델의 구축을 위해서는 우선 실제 부품으로서 존재하지 않는 개념적인 부품의 표현을 고려한 모델을 정의해야 한다. 이를 위해 “CSDP-선체 CAD시스템개발”[4]이라는 연구과제에서 선체유닛 모델이라는 개념을 제시하였으며, 이는 사용자가 모델링 작업을 효율적으로 수행할 수 있도록 정의한 유닛 개념을 토대로 실제 선체모델 내부에서 계층적인 구조를 가지면서 정의될 객체들을 정의하였다. 정의된 객체를 그룹별로 보면 크게 네 가지로 분류할 수 있는데, 이는 유닛 개념에 대응되는 것으로서 다음과 같다.

- Level 1 : 대상 선박 유닛 : Ship 객체
- Level 2 : 구획 배치 유닛 : DCU
(Design Compartment Unit) 객체
- Level 3 : Tank /Hold 유닛 : Tank 객체
- Level 4 : 구조 부재 유닛 : Plate,
Stiffening-Member 객체

Fig. 7.2는 유닛 개념을 고려한 선체 모델을 구축하기 위해 필요한 세분화된 객체 및 객체들 간의 관계를 모델링한 객체 모형도로서, 선체 모델의 계층적 자료구조는 Ship, Design Compartment Unit(DCU), Tank, Plate 및 Stiffening-Member 객체로 구성하였으며, 이들 객체는 자기 자신의 고유한 성질을 나타내는 속성 정보와 Geometry 정보 및 Topology 정보에 의해서 표현되도록 하였다.

Ship 객체는 모델링 대상 선박의 선종, 주요요

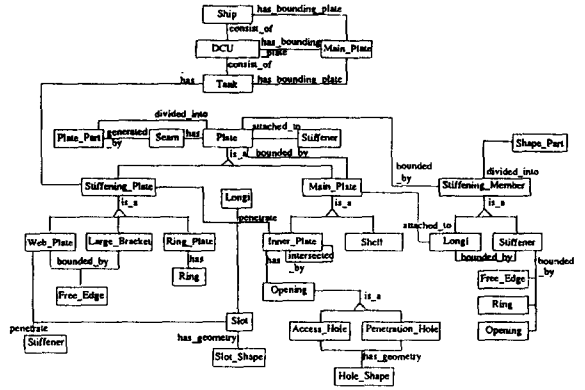


Fig. 7.2 Object diagram for structural element

목등을 보관하는 객체로서, 주요 수밀횡격벽을 정의하고 이들로 부터 생성되는 공간을 DCU 객체로 정의하는 기능을 수행한다. DCU 객체는 선박을 위치별로 크게 선미부, 기관실부, 화물창부 및 선수부 구역으로 나누어 이들 각각에 대한 모델링 결과를 보관하기 위해 정의한 객체이다. Tank 객체는 용적, 중량 중심, 용도등과 같은 각 tank의 특성과 해당 tank내에 포함될 보강판 및 보강재를 보관하기 위한 객체이다.

Plate 객체는 선체 모델을 구성하는 판 부재들을 정의하기 위한 객체로서 판의 특성에 따라 주판(Main Plate)과 보강판(Stiffening Plate)으로 구별하여 각각을 객체로 정의하였다. 주판 객체는 deck, bulkhead류와 같은 내판(Inner Plate)과 선체 형상을 표현하는 외판(Shell) 객체로 다시 분류하였고, 보강판 객체는 Web Plate, Ring Plate 및 Large Bracket류로 분류하여 이들을 각각 표현하기 위한 객체를 정의하였다. 또한, Plate

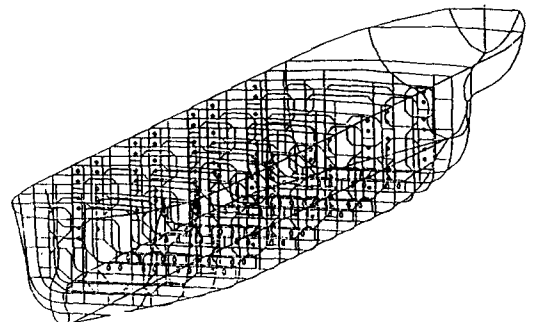


Fig. 7.3 Hull structural model of transverse members

객체와는 별도로 보강재(Stiffening Member) 객체를 정의하여 보강재에 대한 정보를 표현할 수 있도록 하였는데 중통재(Longi.)와 stiffener 등과 같은 보강재를 표현하기 위해 Longi와 Stiffener 객체를 정의하였다.

본 연구에서 제시한 선체모델의 정합성을 검증하기 위하여 유닛모델링 기법에 따라 선체모델을 컴퓨터내에 정의하였으며, 그 결과의 한 예로써 Fig. 7.3은 이중선각유조선의 화물창부내 횡부재 배치를 나타내고 있다.

3. 선체 상세설계 지원 전문가 시스템의 시스템 설계

1) 개요

본 연구는 4차년도 CSDP과제의 세부과제 “선체 상세 설계 지원 전문가 시스템 개발”에 대한 제 1차년도 연구로 선체 상세 설계 분야의 전문지식 활용 및 전산화 실현 가능성에 중점을 두었다.

현재 조선소에서 사용하고 있는 프로그램은 강도해석 프로그램, 선급 프로그램 및 선체 CAD용 프로그램이 있다. 설계자는 먼저 선체 CAD System에서 제공하는 주요 외곽선(Shell, Shell longitudinal, Hopper, Hopper longitudinal, 종격벽, Main deck 등)에 내부재를 연필로 그려넣고, 대강의 형상 및 수치를 중앙단면도를 참조하여 결정한 후에, 강도해석 프로그램에 의해서 구조를 확정된 후에 이것을 다시 CAD 프로그램에 입력하는 작업을 수행하고 있다. 이것을 도식화하면 Fig. 7.4 현재 상태가 된다. 그런데 이 현재의 방법은 많은 입력과 설계자의 기량에 의존하는 바가 크므로, 품질이 높은 도면을 얻기 힘들고, 설계자의 개성이 많이 반영되어 실제의 선박이라는 제품이 표준화되지 않아서 작업의 흐름이 자연스럽게 되지 못할 뿐 아니라, 구조해석 프로그램이 별개의 module로 되어있어 구조해석을 위한 입력을 중복해서 해야하므로, 인력 낭비 및 작업기간의 장기화를 가져온다(현재 약 6개월 정도).

따라서 선박 생산을 위한 자재 발주를 적기에 하기가 곤란하고 생산에 필요한 정보의 도출이 지연되고, 따라서 생산 초기에는 정확한 정보가 없

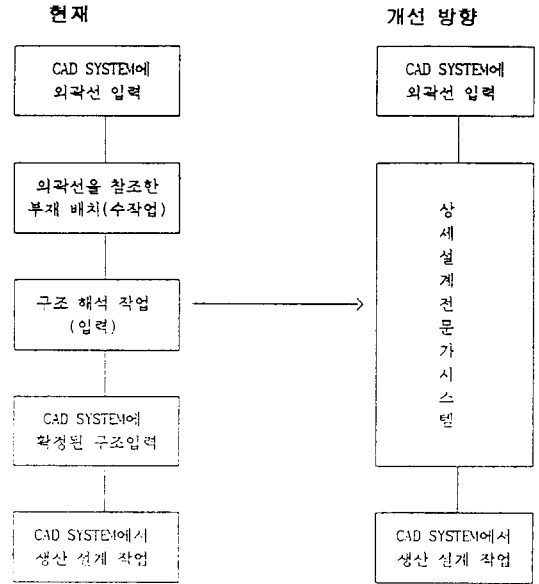


Fig. 7.4 Development concept

이, 생산 계획자들의 이제까지의 경험에 의존한 직감에 의해 계획이 진행됨으로, 실제 생산이 진행될 때에는, 예상치 않은 공정의 혼란으로 생산성을 저하시키고, 따라서 조선업의 국제경쟁력을 저하시키고 있다. 따라서 본 연구에서는 이제까지 선박설계 당시에 발생했던 선박의 주요구조들에서 rule을 추출하여 데이터베이스에 저장하여 놓고, 유사 형상의 선박설계를 신속히 수행하려는 개념을 갖고 시작했으며, 나아가 차후 발생할 수 있는 형상들도 미리 예상하여 rule화 하여 데이터베이스에 저장하여, 시스템의 활용도를 높이고, 선체 상세 설계의 자동화를 시도하려는 것이다. 이것은 Fig. 7.4의 개선 방향과 같은 “상세 설계 지원 전문가 시스템”을 개발 하려는 것이다.

Fig. 7.4에서 CAD System에 외곽선 입력은 기존 CAD System에서 전체 상세설계 작업에서 약 5% 정도의 작업량을 차지하고 있고 단면의 형상은 선수미로 감에 따라 점차로, 다른 형상을 갖게 된다. 실제의 설계 작업은 다른 형상에 따라 내부 부재 배치 및 형상(Bracket, Stiffener)특성을 부여하고, 다시 두께 등 치수를 부여한 후에, 요구되는 강도를 갖는가를 계산 프로그램에 의해 확정하

거나, 선급등의 규칙을 만족하는가를 검토한다. 따라서 이러한 일련의 작업을 기존 프로그램에서는 '외곽선'입력을 받고 나머지 작업을 새로운 시스템(상세 설계 지원 전문가 시스템)에서 수행코자 하는 것이 본 연구의 목표이다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 실적선 Double Hull VLCC의 화물창부의 변화가 가장 심한 Hopper 부분을 분석하여 나타나는 형상을 삼각형, 상자(Box)형, 땅콩(Peanut)형과 그 변형으로 분류하였고, 그 중에 삼각형에 대해서 실제로 프로그램을 작성하여 접근 방식의 문제점을 알아보았다.

2) 유사구조 자동생성 시험용 프로그램

Double Hull VLCC 중에서 작업이 가장 난해한 구조의 하나인 Hopper 부분을 분석하여 TRI-angle Type, Box Type, Peanut Type으로 분류하고 그중에 Triangle Type에 대해서 Boundary를 형성하는 Shell, Shell Longi, Girder, Hopper 및 Hopper Longi의 변화에 따른 부재배치의 특성을 RULE화하여 그것을 프로그래밍하므로써 "유사구조 자동생성"가능성을 검토하였다.

개발된 시험용 프로그램을 적용하여 Web Frame의 단면변화, Stiffener 배치 및 Hole의 변화를 검토하였다.

가) Midship Section(Fr76 참조)을 기준으로 선수미 방향으로 Frame Section(약 13개)의 변화 검토

- (1) 선미방향 : Fr76→Fr73→Fr70→Fr67→Fr66→Fr65→(F.S=5120)
- (2) 선수방향 : Fr76→Fr77→Fr101→Fr102→Fr103→Fr105→Fr106→Fr107→Fr108(F.S=5120)

나) 선수미 1방향으로 Hull form(Lines)의 변화에 따른 Side Shell Longi의 배치 변화 검토

다) Side Shell Longi의 취부각도에 따른 내부재 Longi 취부 각도 및 Hole의 배치 변화검토

FR 76

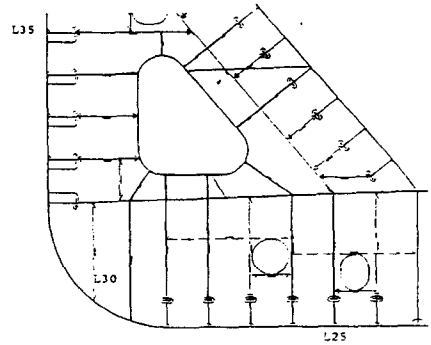


Fig. 7.5 Example(a) of program for automatic stiffener generation

FR 73

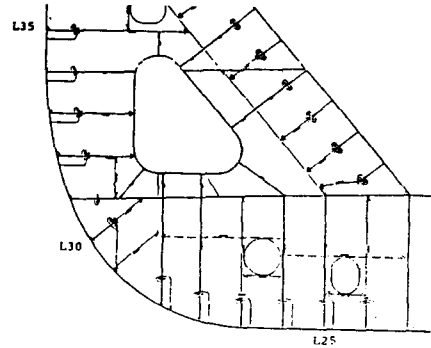


Fig. 7.5 Example(b) of program for automatic stiffener generation-continued

FR 70

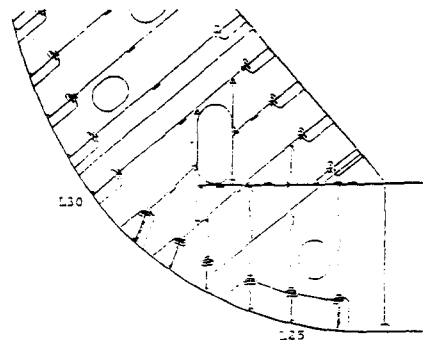


Fig. 7.5 Example(c) of program for automatic stiffener generation-continued

라) 각 Frame Section에 대한 Stiffener의 배치
변화 검토

Fig. 7.5에는 기준 Midship Section(Fr76 참조)에서 선미방향 Frame Section(Fr73), Frame Section(Fr70)이 변화해 가는 계산 예를 나타내었다. 검토 결과 기존의 단순모방 설계 개념보다 배치단계에서는 Rule에 의한 배치가 적절하고 부재에 형상 및 치수결정 단계에서는 모방설계 개념의 도입이 적절하다고 판단되었다.