

객체 지향 초기 선체 구조 설계 시스템 개발

노명일*, 이규열**

Development of an Object-Oriented Initial Hull Structural Design System

Roh, M.-I.* and Lee, K.-Y.**

ABSTRACT

In the initial ship design stage of shipyards, the hull form design, the basic design (compartment modeling and ship calculation), and the hull structural design are being performed by different systems. Thus, the problem on interfaces between these systems occurs. To solve this, we developed the hull form design system "EzHULL" and the compartment modeling and ship calculation system "EzCOMPART" for developing finally an integrated ship design system. And, in this study, we present an object-oriented hull structural design system "EzSTRUCT", which is developed recently. A structural design in an initial design stage can be frequently changed, because the design is not firmly determined yet. Therefore, designers perform the simplified structural modeling with bigger structural parts (or objects) such as deck, longitudinal bulkhead, etc. in the initial design stage, and the detailed structural modeling with smaller structural parts such as plate, seam, slot, etc. in the detailed design stage. However, the existing hull structural CAD system used in a shipyard is not efficient in generating a 3D CAD model in the initial design stage, because it has difficulty in handling frequent changes in design. Therefore, designers initially draw 2D drawings in the initial design stage, and generate the 3D CAD model from these 2D drawings in the detailed design and production design stages. In this study, the hull structural design system, which can efficiently generate a 3D CAD model through rapid modeling at an initial design stage, was developed in this study. To evaluate the applicability of the developed system, we applied it to hull structural modeling of various ships such as a VLCC, a bulk carrier, etc. As a result, it could efficiently generate a 3D CAD model of a hull structure.

Key words : Initial hull structural design system, Integrated ship design, Object-oriented, 3D CAD

1. 서 론

현재 조선소의 선박 초기 설계 단계에서 이루어지는 선형, 구획, 구조 설계 과정은 서로 다른 시스템에 의해서 수행되고 있다. 따라서, 서로 다른 시스템 간의 인터페이스에 따른 설계 정보의 공유 문제가 항상 발생하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 저자들은 수 년 전부터 통합 선박 설계 시스템의 개발을 목표로 연구를 진행해 오고 있다. 그 결과, 선형 설계 시스템("EzHULL")^[1,2]과 기본 설계 시스템

("EzCOMPART")^[1,3]이 개발되었으며, 최근 선체 구조 설계 시스템("EzSTRUCT")이 개발되어 본 논문에서 소개하고자 한다.

선박과 같은 제품의 초기 구조 설계 단계에서는 제품의 개념을 신속하게 구체화하여 제품의 기능, 구성, 부재간 관계, 치수 및 간단한 형상들을 정의한 후, 검증 작업을 통해 가장 최적화된 설계 결과를 확정하게 된다. 이때, 최종 결과물은 2차원 구조 도면이며, 여기에 제품에 관한 대부분의 정보가 표현된다. 과거에는 도면을 손으로 직접 작성했으나 최근에는 컴퓨터를 이용하여 도면 작성을 하고 있다. 그러나, 컴퓨터를 이용한 도면 작성 작업도 설계 정보의 전달 및 활용 관점에서 살펴보면 과거의 수 작업에 의한 도면 작성 방법과 내용상으로는 큰 차이점이 없다. 즉, 두 방법 모두 도면으로 설계 결과를 제공하기 때문에 후속 공정

*학생회원, 서울대학교 조선해양공학과
**중신회원, 서울대학교 조선해양공학과 및 해양시스템공학연구소
- 논문투고일: 2004. 05. 20
- 심사완료일: 2005. 02. 08

에서 설계 정보를 이용하기 위해서는 다른 설계자가 도면을 보고 설계 내용을 이해한 후 필요에 따라 재입력을 해야 하므로 설계 정보 흐름의 지연이 발생한다. 또한, 이 과정에서 설계 정보 흐름의 지연이 발생한 오류 및 정보의 누락이 발생할 수 있다. 이와 같이, 현재의 2차원 구조 도면이 작성되는 초기 구조 설계 단계에서는 다른 분야에서의 마찬가지로 설계자의 의도를 반영하면서 제품 정보를 정의할 수 있는 CAD 시스템의 지원이 잘 되지 못하고 있다. 즉, 이러한 시스템의 미비로 초기/상세/생산 설계 단계에서 선체 구조에 대한 제품 정보 즉, 선체 구조 정보가 자동적으로 전달되지 못하고 2차원 도면에 의해 전달되어 다시 다른 설계자에 의해 도면 내의 선체 구조 정보를 재해석 후 재입력 해야 하는 추가의 작업을 필요로 하고 있는 실정이다. 실제로 현재 국내 조선소들이 서로 앞다투어 초기 구조 설계 단계부터 3차원 CAD 모델링을 수행하려고 계획하고 있으나, 설계 개념이 구체화되지 않아 설계 변경이 빈번히 발생하게 되는 초기 단계를 효과적으로 지원할 수 있는 선체 구조 설계 시스템을 확보하고 있지 못하는 실정이다.

현재 대부분의 조선소들이 이용하고 있는 TRIBON이라는 조선 전용 CAD 시스템의 경우, 수십 년 전에 처음 개발된 후 그 동안 많은 조선 설계 경험이 시스템 내에 반영이 되어, 블록 단위로 모델링이 진행되는 생산 설계 단계에는 검증된 시스템으로 자리 매김하고 있으나, 초기 설계 단계에서의 적용에는 어려운 점이 있다. 최근 범용 CAD 시스템을 기반으로 조선 전용화를 통해 개발되고 있는 IntelliShip의 경우, 최초의 목표는 초기 설계 단계부터 3차원 CAD 모델을 생성하여 생산 계획용 물량 정보 등 다양한 정보를 적기에 추출하여 활용하고자 했으나, 범용 CAD 시스템의 조선 전용화로 인한 다양한 문제점으로 인해 생성되는 3차원 CAD 모델의 크기가 상대적으로 크고 시스템의 운용에 있어서도 수행 속도가 느리다는 단점이 관련 전문가에 의해 보고된 바 있다. 이와 같이 초기 설계 단계에서 적용하기에 적절한 선체 구조 설계 시스템의 미비로 본 저자들은 과거 본 연구에서의 개념과 비슷한 "EzSemanticCAD"라는 프로토타입 시스템을 개발한 바 있다⁴⁾. 그러나, 이 시스템의 자료 구조 내에는 선체 구조 부재간의 연관성 정보를 표현할 수 없어서, 블록 내부의 취부 길이(joint length)와 같은 생산 계획용 물량 정보를 산출할 수 없었고, 모델링 대상이 대형 유조선의 화물창부(cargo hold part)로 제한되었다는 단점을 가지고 있었다.

따라서, 본 연구에서는 설계 단계간 정보 흐름의 단

절 없이 초기 설계 단계에서 다양한 선종의 선체 구조에 대한 설계자의 의도 및 제품 정보를 저장할 수 있고, 나아가서 후속 공정(초기 생산 계획 수립 공정, 전선 해석 모델 생성 공정 등)에서 필요로 하는 3차원 CAD 모델을 조기에 생성해 줄 수 있는 선체 구조 설계 시스템을 개발하였다. 이를 위해 먼저, 선체 구조에 대한 기하 및 위상, 설계 속성 정보, 부재간 연관성 정보뿐만 아니라 설계 지식까지 함께 저장 가능한 의미론적 제품 모델 자료 구조(semantic product model data structure)를 정의하였고, 다양한 선체 구조 부재를 생성하기 위한 의미론적 제품 모델링 함수를 구현하였으며, 설계자가 선체 구조 모델링을 수행하기 위한 도구인 사용자 인터페이스(UI; User Interface)를 개발하였다. 마지막으로, 개발된 시스템의 효용성을 검증하기 위해 이륜 재화 중량 320,000톤 대형 유조선(VLCC; Very Large Crude oil Carrier) 및 재화 중량 73,000톤 살물선(bulk carrier)과 같은 실적선의 선체 구조 모델링에 적용해 보았다.

2. 초기 선체 구조 설계 시스템의 개요

2.1 시스템 구성도

Fig. 1에 나타나 있듯이, 본 연구에서 개발된 선체 구조 설계 시스템은 크게 다섯 부분으로 구성된다. 첫 번째 부분은 초기 선체 구조 설계 단계에서 정의되는 선체 구조 정보를 담기 위한 틀인 의미론적 제품 모델의 자료 구조이다. 자료 구조는 선체 구조를 구성하는 각 선체 구조 부재를 객체화함으로써 설계되었으며, 이 자료 구조 내에 저장되는 정보로는 각 선체 구조 부재를 정의하기 위한 형상 정보, 설계 속성 정보, 선체 구조 부재간 연관성 정보, 설계 지식 등이 있다. 두 번째 부분은 설계자로부터 입력받은 정보 및 내부적인 계산(교차 계산 등)을 통해 얻어진 정보를 자료

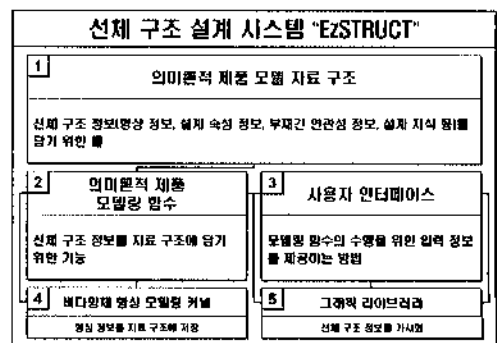


Fig. 1. 시스템 구성도.

구조 내에 담기 위한 기능을 가진 의미론적 제품 모델링 함수이다. 새 번째 부분은 모델링 함수의 수행을 위해 설계자로부터 입력 정보를 받기 위한 도구인 사용자 인터페이스이다. 네 번째 부분은 비다양체 형상 모델링 커널로서 의미론적 제품 모델링 함수를 통해 형상 정보를 자료 구조 내에 저장하기 위해 필요한 도구이다. 본 연구에서는 서울대학교 조선해양공학과 선박 설계 자동화 연구실과 (주)이지그래프가 공동 개발한 비다양체 형상 모델링 커널^{2,7)}을 이용하였다. 마지막 부분은 그래픽 디스플레이 상에 3차원 CAD 모델 등을 가시화 하기 위한 그래픽 라이브러리로서 본 연구에서는 역시 서울대학교 조선해양공학과 선박 설계 자동화 연구실과 (주)이지그래프가 공동 개발한 EzGL⁸⁾이라는 그래픽 라이브러리를 이용하였다. Fig. 2는 본 시스템의 실행 화면을 나타낸다.

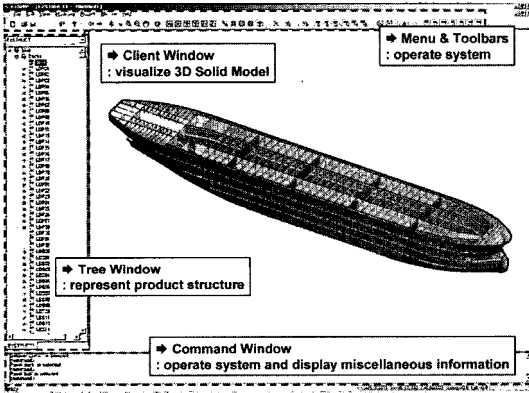


Fig. 2. 본 시스템의 실행 화면.

2.2 의미론적 제품 모델 자료 구조

본 연구에서는 초기 설계 환경에서 도면에 정의되는 설계 정보를 의미를 가진 제품 정보 즉, 의미론적 제품 모델(semantic product model)로서 표현하였다. 의미론적 제품 모델이란, 범용 CAD 시스템에서처럼 완성된 제품의 경계 형상만을 표현하는 것이 아니라, 특정 설계 도메인에서의 의미 있는 요소들(경계 형상

을 추출해 낼 수 있는 최소한의 형상 정보와 설계 속성 및 설계 지식)로 제품을 표현하는 것으로, 필요한 시점에 3차원 CAD 모델 등의 다양한 형태로 자동 변환이 가능한 제품 모델을 말한다.

즉, Fig. 3에 나타난 보강재(stiffener)의 경우 단순한 도면상의 직선을 뜻하는 것이 아니라 “특정 판을 보강해주기 위해 설치되는 부재이며, 그 목적 수행을 위해 충분한 강도를 가지는 단면 형상, 치수 및 재질을 가지고 특정 구간에 설치된다”라는 설계 의미를 나타낸다. 이와 같은 선체 구조의 의미론적 제품 모델 정보를 효율적으로 저장하기 위해 선체 구조의 기하 및 위상, 설계 속성, 선체 구조 부재간 연관성 정보뿐만 아니라 설계 지식까지 함께 저장이 가능한 의미론적 제품 모델 자료 구조를 정의하였다.

본 연구에서는 자료 구조의 정의를 위해 먼저 대형 유조선, 살물선, 컨테이너선 등과 같은 다양한 선박에 대한 초기 선체 구조 제품 정보를 분석하고 도면에 표현된 설계 지식을 정리 및 분석하였다. 그 후 이를 이용하여 선체 구조의 의미론적 제품 모델 정보를 저장할 수 있는 자료 구조를 Fig. 4와 같이 객체 지향 모델링 언어인 UML(Unified Modeling Language)⁹⁾을 이용하여 정의하였다.

본 연구에서 제안된 자료 구조는 “Panel”(다수의 plate로 구성되는 부재)이라는 서로 독립적인 판 부재 단위로 선체 구조 제품 정보를 관리한다. 따라서, 설계 변경시 판 부재 단위의 수정 및 삭제가 용이하며, 여러 명이 서로 다른 판 부재를 모델링 할 수 있는 이른바 동시 설계자 지원이 가능하다. 예컨대, 하나의 판 부재에 보강재가 설치되는 경우, 이를 본 연구에서 정의된 자료 구조로서 표현한 예를 Fig. 5에 나타내었다. Fig. 5에 나타나 있는 판 부재와 보강재는 서로 독립적인 부재로 모델링이 되며, 이들 사이가 어떻게 연결되는지를 표현하기 위해 즉, 부재간의 연관성을 표현하기 위해 용접선(seam)이 이용된다. 이와 같이, 본 저자들에 의해 개발된 기존의 시스템¹⁴⁾에서는 고려하지 않았던 부재간의 연관성 표현을 위해 본 연구에서는 용접선을 이용함으로써, 향후 생산 계획용 물량 정보(예, 블록 내의 휘부 길이) 또는 전선 해석 모델의 생성이 가능하다.

2.3 의미론적 제품 모델링 함수

선체 구조 모델링 과정에 이용되는 다양한 모델링 함수(판 부재 생성, 보강재 생성 등)는 설계자로부터 입력받은 정보 및 내부적인 계산(교차 계산 등)을 통해 얻어진 정보를 이용, 앞서 정의된 자료 구조를 생

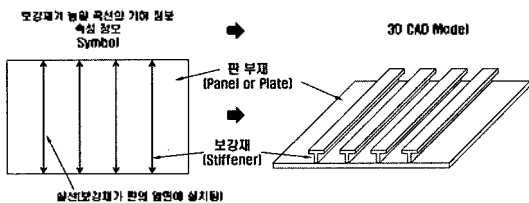


Fig. 3. 의미론적 제품 모델 정보를 이용한 보강재의 3차원 CAD 모델 생성 예.

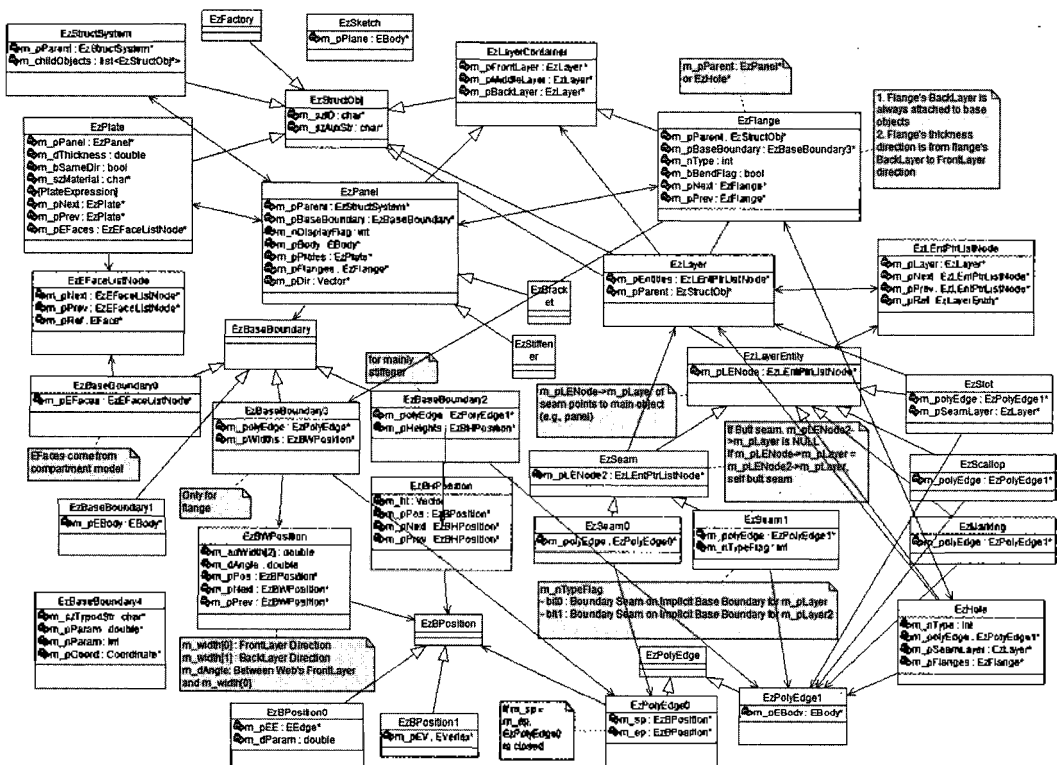


Fig. 4. 본 연구에서 제안된 의미론적 제품 모델 자료 구조.

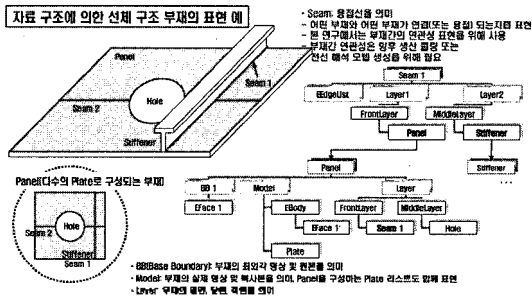


Fig. 5. 본 연구에서 정의한 자료 구조를 이용한 선체 구조 부재의 표현 예.

성 및 수정하는 도구가 된다. 일반적으로 선체 구조를 구성하는 선체 구조 부재들은 서로 모델링 하는 방법이 다소 상이하므로 이들 각각에 대한 적절한 모델링 함수가 요구된다. 따라서 본 시스템에서는 각 부재의 상세한 정의의 방법을 기반으로 하여 각 선체 구조 부재에 대한 모델링 함수를 구현하였으며, 이들은 내부적으로 비다양체 형상 모델링 커널을 이용하여 자료 구조의 내용을 구성하게 된다. Fig. 6은 본 시스템에 구현된 다양한 모델링 함수 중에서 판 부재 위에 또 다른 판 부재가 설치되는 간단한 경우의 예를 나타낸 것

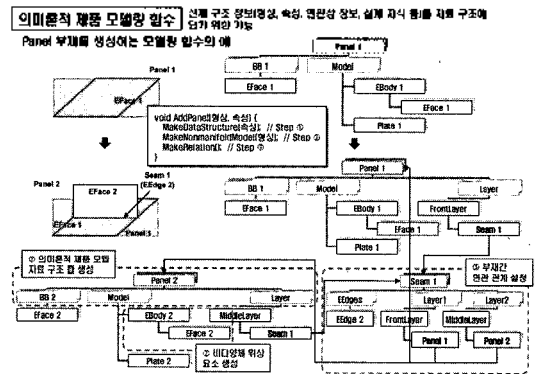


Fig. 6. 판 부재를 생성하는 의미론적 제품 모델링 함수의 예.

이다. Fig. 6에 나타나 있듯이, 의미론적 제품 모델링 함수는 세 단계로 이루어진다. 첫 번째 단계는 새로 생성되는 판 부재에 대한 자료 구조의 틀을 생성하는 것이며, 두 번째 단계는 새로 생성된 판 부재의 형상을 나타내는 비다양체 위상 요소를 생성하는 것이며, 마지막 단계는 새로 생성된 판 부재의 기존 판 부재와의 연관성 정보를 구축하는 것이다.

2.4 사용자 인터페이스

사용자 인터페이스란 설계자가 선체 구조 모델링을 수행하는 도구를 말하며 일반적으로 대화 상자(dialog)를 기반으로 한 것 과 스크립트 파일(script file)을 기반으로 한 것이 있다. 대화 상자를 기반으로 한 사용자 인터페이스의 경우 간단하게 선체 구조 부재를 생성할 수 있고 시스템 구현이 비교적 간단하다는 장점이 있으나, 시스템에서 이미 정의된 것에 대해서만 선체 구조 부재를 생성할 수 있다는 단점이 있다. 반면, 스크립트 파일을 기반으로 한 사용자 인터페이스의 경우 대화 상자를 기반으로 한 것에 비해 사용이 익숙하지 않은 설계자에게는 다소 어렵고 시스템 구현이 상대적으로 복잡하다는 단점이 있으나, 사용이 익숙한 설계자에게는 다양한 형태의 선체 구조 부재를 모델링 할 수 있는 유연성을 제공해 준다는 장점이 있다. 또한, 스크립트 파일을 기반으로 한 사용자 인터페이스의 경우 필요에 따라 초기 선체 구조에서 반복적으로 나타나는 부재의 모델링 방법을 대화 상자를 통해 모델링이 가능하도록 확장할 수 있다. 따라서, 본 시스템에서는 대화 상자 기반의 사용자 인터페이스에 비해 구현하기에는 어려운 점이 있으나, 보다 다양한 선체 구조 부재 모델링이 가능하고 향후 확장 가능성이 높은 스크립트 파일 기반의 사용자 인터페이스를 개발하였다. Fig. 7에 나타나 있듯이 본 시스템에서의 스크립트 파일을 이용한 선체 구조 부재의 정의 과정은 세 단계로 이루어진다. 첫 번째 단계는 설계 대상 선박에 대한 선형 및 구획 모델로부터 해당 부재가 정의될 스케치(sketch) 단면을 교차 계산을 통해 얻어오는 것이다. 두 번째 단계는 본 시스템에서 구현된 다양한 스크립트 파일용 명령어 및 함수를 이용하여 해당 부재의 형상을 스케치 단면상에서 마치 작도하듯이 정의해 나가는 것이다. 마지막 단계는 정의된 해당 부재의 설계 속성을 입력하는 것이다.

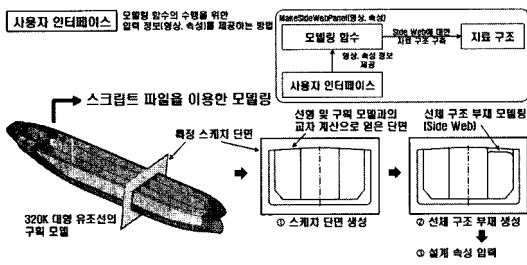


Fig. 7. 스크립트 파일을 이용한 선체 구조 부재의 정의 과정.

3. 초기 선체 구조 설계 시스템의 특징

3.1 초기/상세 구조 설계 단계의 지원

선체 구조 설계의 초기 단계에서는 제품의 치수 및 형상 등을 개략적으로 정의하고, 설계가 진행됨에 따라 상세 단계에서의 검증 작업을 통해 이를 구체화하게 된다. 본 연구에서 개발된 시스템을 이용하여 설계자는, 초기 단계에서는 큰 부재 단위의 개략 모델링을, 상세 단계에서는 작은 부재 단위의 추가 상세 모델링을 수행할 수 있다(Fig. 8 참조).

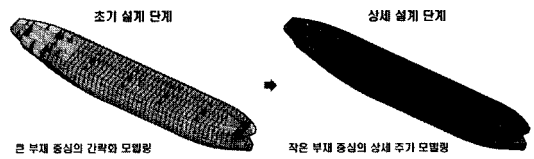


Fig. 8. 초기/상세 설계 단계를 지원하는 본 시스템의 모델링 개념.

3.2 구조 시스템 단위의 모델링

본 연구에서 개발된 시스템은 기존의 조선 전용 CAD 시스템(TRIBON 등)이 생산을 위한 블록 단위의 모델링 작업을 지원하는 것과는 달리 웹 프레임(web frame), 거더(girder), 스트링거(stringer) 등과 같은 구조 시스템 단위의 모델링 작업을 지원함으로써 초기 단계에서 전체 선체 구조에 대한 3차원 CAD 모델의 조기 생성이 가능하며, 향후 시스템 확장을 통해 전체 선체 구조에 대한 3차원 CAD 모델을 다수의 블록으로 분할한 후 블록별 생산 모델링 작업도 가능하다. Fig. 9는 본 시스템의 특징인 구조 시스템 단위의 모델링 작업의 예를 나타내고 있다.

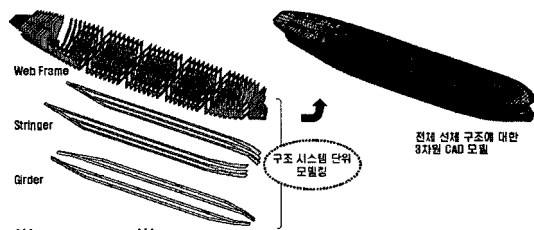


Fig. 9. 본 시스템의 구조 시스템 단위의 모델링 개념.

3.3 참조 기반의 선체 구조 부재 정의

본 시스템은 설계자가 모델링을 수행하는 도구로서 스크립트 파일 기반의 사용자 인터페이스를 이용

한다. 본 시스템에서 이용되는 선체 구조 모델링용 스크립트 파일은 범용 스크립트 언어인 Python을 기반으로 하며, 따라서 시스템에 맞추어진 고정된 형식만을 입력받을 수 있는 일반적인 시스템 의존의 스크립트 입력 방식에서 벗어나, 다양한 함수 정의 기능, 함수 이름 재명명 기능 등 설계자가 자유 자재로 스크립트를 확장하여 사용할 수 있게 되었다. 이러한 기능을 이용할 경우 선체 구조에서 반복적으로 모델링 되어야 하는 웹 프레임, 보강재 등의 생성 스크립트를 함수화 하여 파라메트릭한 설계가 가능하다.

본 시스템에서 새로운 부재를 생성하는 방법은 기존에 생성된 부재들을 참조하여, (1) 부재의 경계 형상을 직접적으로 정의하는 방법과 (2) 특정 부분을 삭제함으로써 부재의 경계 형상을 간접적으로 정의하는 방법, 그리고 (3) 다른 부재로 둘러싸인 면으로부터 부재의 경계 형상을 정의하는 방법이 있다.

3.3.1 부재의 경계 형상을 직접적으로 정의하는 방법 이 방법은 선형 및 구획 모델로부터 새로 생성될 부재를 포함하는 부한 평면과의 교차 계산을 통해 얻어진 스케치 단면상에 기존 부재의 형상을 참조하여 직선, 호 등의 기하 객체를 이용, 새로 생성될 부재의 경계 형상을 직접 정의하는 방법이다. 예컨대, Fig. 10은 대형 유조선 화물창부에서 볼 수 있는 측면 웹 판 부재(side web panel)의 정의 방법을 나타낸다. Fig. 10에 나타나 있듯이 기존의 판 부재들(deck, ilb, slb)과 이들을 참조하여 스케치 단면상에서 정의한 기하 객체들(l_{a_lmt} , l_{c_lmt} , a_c , l_{b_off} , a_a)로부터 생성하려는 측면 웹 판 부재의 경계 형상을 직접 정

의한다. 이와 같이, 측면 웹 판 부재의 경계 형상을 나타내는 객체들이 모두 기존 판 부재들을 참조하여 정의되므로 기존 판 부재들의 형상이 변경되면 이로 부터 생성되는 측면 웹 판 부재의 형상 역시 자동적으로 변경된다.

또한 Fig. 10에서처럼 대형 유조선의 선체 구조에서 많이 나타나는 측면 웹 판 부재의 정의 과정을, 생성될 판 부재의 위치 및 형상, 설계 속성과 관련된 7개의 파라미터($xpos$, l_{ub} , l_{usy} , r_{us} , l_{ucy} , r_{uc} , thk)를 입력으로 받는 함수로 표현 한 후, 파라미터들을 변경하면서 함수를 호출하게 되면 서로 다른 위치에서의 다양한 측면 웹 판 부재의 생성이 가능하다. Fig. 11은 측면 웹 판이 설치되는 길이 방향 위치를 나타내는 파라미터("xpos")를 변경시켜 가면서 측면 웹 판 부재들을 생성하는 본 시스템의 참조 기반 모델링 개념을 나타내고 있다.

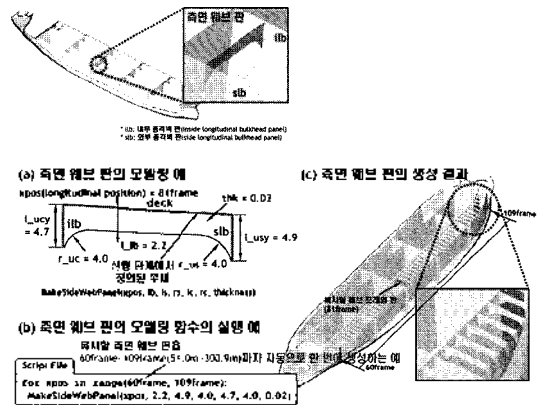


Fig. 11. 본 시스템의 참조 기반 모델링 개념.

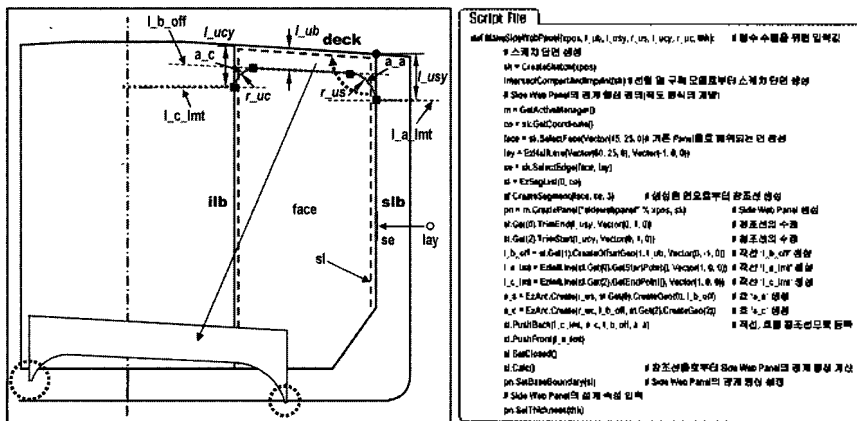


Fig. 10. 부재의 경계 형상을 직접적으로 정의하는 방법.

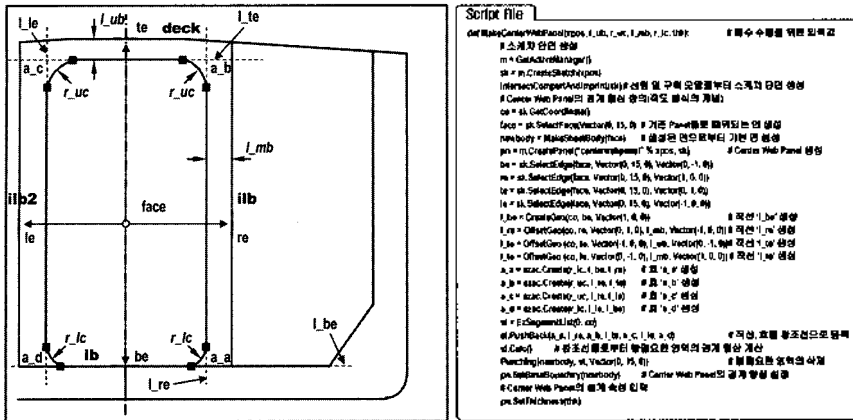


Fig. 12. 특정 부분을 삭제함으로써 부재의 경계 형상을 간접적으로 정의하는 방법.

3.3.2 특정 부분을 삭제함으로써 부재의 경계 형상을 간접적으로 정의하는 방법

앞서 설명한 방법은 생성하려는 부재의 경계 형상을 직접적으로 정의한 방법이며, 이와 반대로 스케치 단면으로부터 생성하려는 부재를 포함하는 면을 선택하고, 이 면상에서 생성하려는 부재의 경계 형상을 고려하여 불필요한 부분을 삭제함으로써 부재의 경계 형상을 간접적으로 정의하는 방법이다. 이 방법을 이용하여 대형 유조선의 중앙부 웹, 판 부재를 생성하는 예가 Fig. 12에 나타나 있다.

3.3.3 다른 부재로 둘러싸인 면으로부터 부재의 경계 형상을 정의하는 방법

이 방법은 새로 생성될 부재를 둘러싸는 기존의 판 부재들을 정의하고, 여기에 새로 생성될 부재를 포함하는 기본 평면을 삼입함으로써 새로 생성될 부재의 경계 형상을 정의하는 방법이다. Fig. 13은 기관실 격벽(engine room bulkhead), 선체 외판(shell), 선수 격벽(collision bulkhead), 측면 종격벽(side longitudinal

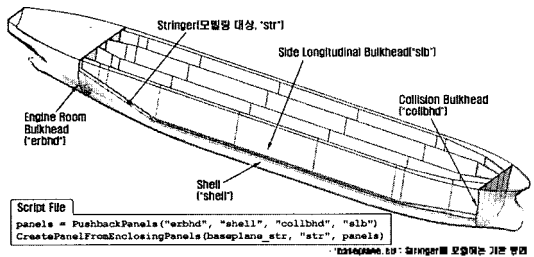


Fig. 13. 다른 부재로 둘러싸인 면으로부터 부재의 경계 형상을 정의하는 방법.

bulkhead)으로 둘러싸인 스트링거를 생성하는 예를 나타내고 있다.

3.4 Multiresolution 개념의 선체 구조 모델 생성

본 시스템은 상세 모델링이 진행된 상태(hole, flange, slot 등을 포함한 모델)에서도 초기 모델 수준의 간략화된 모델(panel, stiffener 등 가장 기본적인 구조 부재만을 포함한 모델)을 임의의 시점에 생성할 수 있다. 이러한 기능은 상세화 모델로부터 flange, slot 등과 같이 크기가 비교적 작은 상세 부재를 제외한 큰 부재만(panel 등)으로 전선 해석 모델을 생성할 때 효과적으로 활용될 수 있다. Fig. 14는 본 시스템의 Multiresolution 개념을 이용한 선체 구조 모델 생성 예를 나타내고 있다.

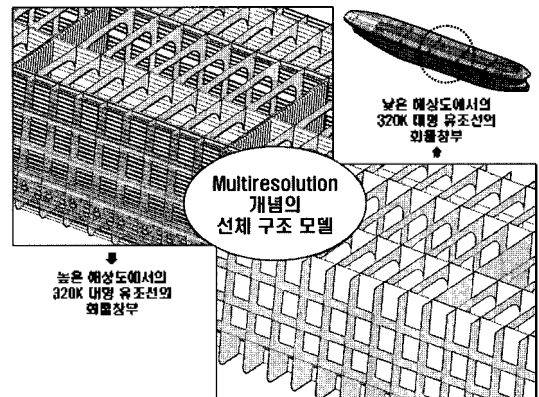


Fig. 14. 본 시스템의 Multiresolution 개념을 이용한 선체 구조 모델의 생성 예.

4. 초기 선체 구조 설계 시스템의 적용 예

4.1 재화 중량 320,000톤 대형 유조선의 선체 구조 모델링

Fig. 15는 본 연구에서 개발된 시스템을 이용하여 재화 중량 320,000톤 대형 유조선의 선체 구조 모델링을 수행한 결과를 나타낸다. 그리고, Fig. 16, 17, 18은 각각 화물창부, 선미부, 선수부를 보다 상세히 나타낸 것이다.

4.2 재화 중량 73,000톤 살물선의 선체 구조 모델링

Fig. 19는 본 연구에서 개발된 시스템을 이용하여 재화 중량 73,000톤 살물선의 선체 구조 모델링을

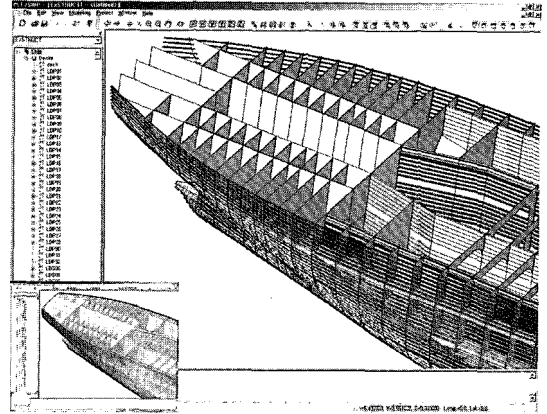


Fig. 17. 재화 중량 320,000톤 대형 유조선의 선체 구조 모델링 결과(선미부).

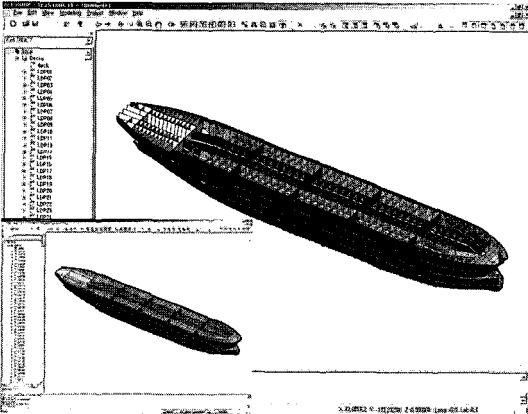


Fig. 15. 재화 중량 320,000톤 대형 유조선의 선체 구조 모델링 결과.

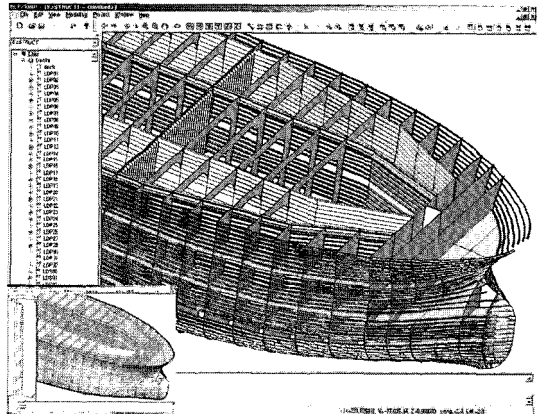


Fig. 18. 재화 중량 320,000톤 대형 유조선의 선체 구조 모델링 결과(선수부).

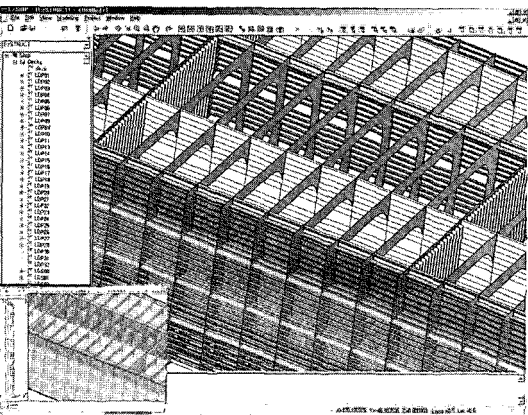


Fig. 16. 재화 중량 320,000톤 대형 유조선의 선체 구조 모델링 결과(화물창부).

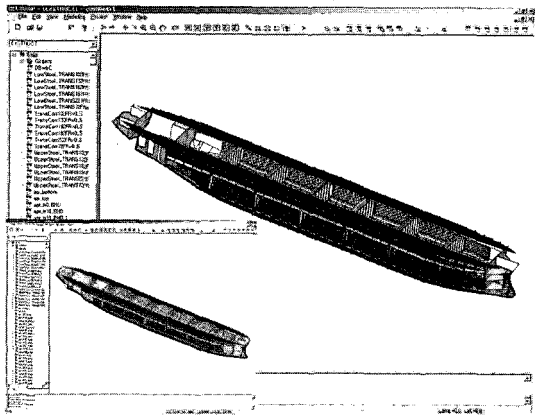


Fig. 19. 재화 중량 73,000톤 살물선의 선체 구조 모델링 결과.

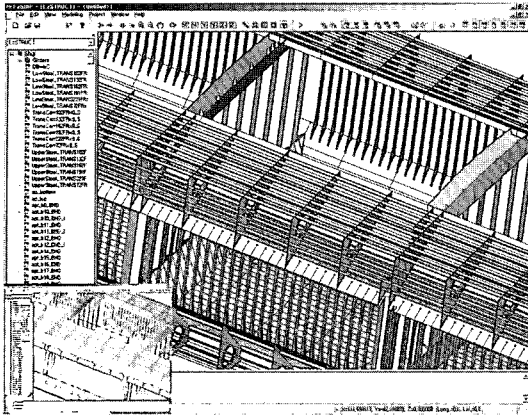


Fig. 20. 제화 중량 73,000톤 살물선의 선체 구조 모델링 결과 (화물창부).

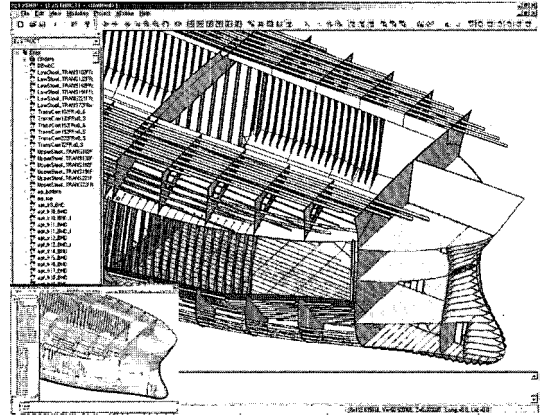


Fig. 23. 제화 중량 73,000톤 살물선의 선체 구조 모델링 결과 (선수부).

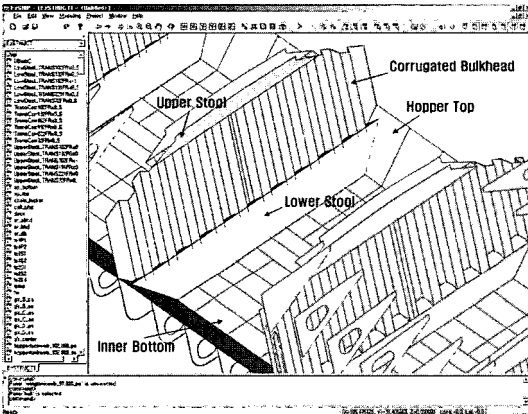


Fig. 21. 제화 중량 73,000톤 살물선의 선체 구조 모델링 결과 (화물창부의 내부).

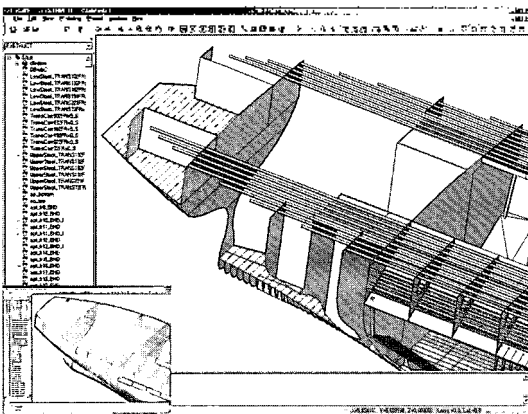


Fig. 22. 제화 중량 73,000톤 살물선의 선체 구조 모델링 결과 (선미부).

수행한 결과를 나타낸다. 그리고, Fig. 20, 21, 22, 23은 각각 화물창부, 화물창부의 내부(파형 격벽 (corrugated bulkhead), 상부 스톨(upper stool), 하부 스톨(lower stool) 등), 선미부, 선수부를 보다 상세히 나타낸 것이다.

5. 결론 및 향후 연구 계획

본 연구에서는 설계 정보 흐름의 단절 없이 초기 설계 단계에서 선체 구조에 대한 설계자의 의도 및 제품 정보를 저장할 수 있고, 나아가서 후속 공정에서 필요로 하는 3차원 CAD 모델을 조기에 생성해 줄 수 있는 객체 지향 선체 구조 설계 시스템을 개발하였다. 이를 위해 먼저, 선체 구조에 대한 기하 및 위상, 설계 속성 정보, 무제한 연관성 정보뿐만 아니라 설계 지식까지 함께 저장 가능한 의미론적 제품 모델 자료 구조를 정의하였고, 다양한 선체 구조 부재를 생성하기 위한 의미론적 제품 모델링 함수를 구현하였으며, 설계자가 선체 구조 모델링을 수행하기 위한 도구인 스크립트 파일 기반의 사용자 인터페이스를 개발하였다. 마지막으로, 개발된 시스템의 효용성을 검증하기 위해 이를 제화 중량 320,000톤 대형 유조선 및 제화 중량 73,000톤 살물선과 같은 실적선의 선체 구조 모델링에 적용해 보았다. 적용 결과, 초기 설계 단계에서 효과적으로 선체 구조 모델링을 수행하여 3차원 CAD 모델을 조기에 생성할 수 있었음을 확인하였다. 향후 연구 계획으로는, 생성된 3차원 CAD 모델로부터 초기 설계 단계에서 생산 계획용 불량 정보와 전선 해석 모델을 자동적으로 생성해 낼 수 있도록 시스템을 확장할 예정이다.

감사의 글

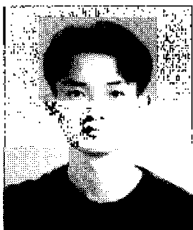
본 연구는

- a) 한국 선급(KR) 과제 “선박 제품 모델 생성 시스템 개발”
- b) 한국 과학 재단 특정 기초 연구 과제 “피쳐 맵핑 기법을 이용한 2차원 선박 모델의 3차원 디지털 모델 자동 변환 기술” (과제 번호: R01-2002-000-00061-0)
- c) 한국 학술 진흥 재단 선도 연구자 지원 사업 과제 “선박의 배치 도면 정보로부터 3차원 선박 구획 및 장비 배치 모델 생성 기법 및 최적 배치 설계 응용” (과제 번호 00568)
- d) 산업자원부 신기술 실용화 기술 개발 사업 과제 “선체 구조의 의미론적 제품 모델링 기술 개발” (과제 번호: 10005460)
- e) 서울대학교 공과대학 해양시스템공학연구소의 지원으로 이루어진 연구 결과의 일부임을 밝히며, 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. 서정우, 강성찬, 임중현, 이규열, 이상욱, 조두연, 노명일, “조선 전용 CAD 시스템 : EzSHIP”, 2003년 한국 CAD/CAM 학회 학술 발표회 논문집, pp. 23-28, 서울, 2003년 2월 7일.
2. Lee, K. Y., Rhim, J. H., Lee, S. U., Cho, D. Y. and Choi, Y. B., “Development of Sophisticated

- Hull Form CAD System ‘EzHULL’ Based on Non-Manifold Model and ‘X-topology’”, The 8th International Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures (PRADS 2001), pp. 315-321, Shanghai, China, Sep. 16-21, 2001.
- 3. Lee, K. Y., Lee, S. U., Cho, D. ., Roh, M. I., Kang, S. C. and Seo, J. W., “An Innovative Compartment Modeling and Ship Calculation System”, IMDC 2003, pp. 683-694, Athens, May 5-8, 2003.
- 4. Lee, K. Y., Lee, W. J. and Roh, M. I., “Development of a Semantic Product Modeling System for Initial Hull Structure in Shipbuilding”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing Journal*, Vol. 20, No. 3, pp. 211-223, June, 2004.
- 5. 이원준, 이규열, 노명일, 권오환, “의미론적 제품 데이터 모델 기반 초기 선체 구조 CAD 시스템 개발”, 한국CAD/CAM학회논문집, 제7권, 제3호, pp. 157-169, Sep., 2002.
- 6. Lee, W. J., Lee, K. Y., Roh, M. I., Kwon, O. H. and Lee, S. G., “Development of an Initial Hull Structural CAD System for Computer-Aided Process Planning (CAPP)”, ICCAS(International Conference on Computer Applications in Shipbuilding) 2002, pp. 113-123, Malmoe, Sweden, Sep. 9-12, 2002.
- 7. 이진우 외 15인, CAD 시스템 Kernel 개발, G7 과제 연구 보고서, 1996.
- 8. EzGRAPH homepage, <http://www.ezgraph.co.kr>
- 9. Rumbaugh, J., Jacobson, I. and Booch, G., The Modeling Language Reference Manual, Addison Wesley Longman Inc., Massachusetts, ISBN 0-13-087014-5, 2000.



노 명 일

1998년 서울대학교 조선해양공학과 학사
 2000년 서울대학교 조선해양공학과 석사
 2005년 서울대학교 조선해양공학과 박사
 2005년~현재 서울대학교 공학연구소 선
 임연구원
 관심분야: CAD, CAPP, CAGD, 최적
 설계, 선박 설계



이 규 열

1971년 서울대학교 공과대학 조선공학과 학사
 1975년 독일 하노버 공과대학 조선공학 석사(Dipl.-Ing.)
 1982년 독일 하노버 공과대학 조선공학 박사(Dr.-Ing.)
 1975년~1983년 독일 하노버 공과대학 선박설계 및 이론연구소, 주장부 연구원
 1983년~1994년 한국기계연구원 선박해양공학연구소, 선박설계, 생산자동화 연구사업(CSDP)단장
 1994년~현재 서울대학교 공과대학 조선해양공학과 교수
 관심분야: CAD, CAGD, 선박 설계, 시뮬레이션, CALS