

## 서울대학교 선박구조설계 연구실



장 창 두\*

### 1. 연구실 연혁 및 현황

서울대학교 조선해양공학과에 소속된 본 연구실은 1981년 개설되어 박사 10명과 석사 61명을 배출하여 학계, 연구소 및 기업체 등 관련 업계에 기여하고 있다. 현재는 박사 후 과정 2명, 박사과정 6명, 석사과정 3명의 연구 인력을 보유하고 있으며, 연간 4~5편의 프로젝트를 수행하여 산·학·연 협동 연구와 기술이전을 통한 학술활동을 활발히 하고 있다. 본 연구실은 국내 조선 산업의 생산성 증대 및 경쟁력 강화를 목표로 선박 최적 구조 설계, 구조물의 안전성 확보, 생산 자동화 시스템 분야의 연구를 중점적으로 수행하고 있으며, 각 분야별 세부 연구 주제는 다음과 같다.

#### ◎ 선박 최적 구조 설계

- ▷ 유조선의 건조비 및 중량 최적 설계
- ▷ 초고속선의 최적 구조 설계
- ▷ 이중 선체 살물선의 최적 구조 설계

#### ◎ 구조물 안전성 해석 및 실험

- ▷ 구조물의 소성 붕괴 및 좌굴 해석

#### ▷ 구조물의 피로 수명 예측 및 수명 연장

#### ◎ 생산 자동화 시스템

- ▷ 판재 최적 배치 시스템(Nesting)
- ▷ 곡가공 최적화 및 자동화 시스템
- ▷ 선박 생산 정밀도 제어 시스템

### 2. 주요 연구 업적

본 연구실은 선박 구조 설계 및 생산 자동화를 위한 요소 기술 개발을 주요 연구과제로 하여 국내외 120여 편의 논문 및 4건의 특허출원을 받은 바 있다.

#### 2.1 선박 최적 구조 설계

선체의 중량과 건조비를 최소화하기 위해 다양한 최적화 기법과 구조해석 기법을 실적선에 적용한 연구가 진행되었다. 주요 연구로 건조비를 고려한 구조 설계 기법 개발(현대중공업), 구획 배치를 고려한 최적 선체 구조 설계 시스템 개발(한국해사기술연구소), 초고속선의 구조 설계 및 동적 해석

\* 서울대학교 조선해양공학과 교수

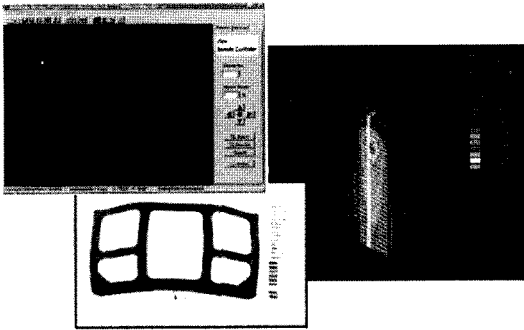


그림 1 구조 해석과 부재 최적 배치

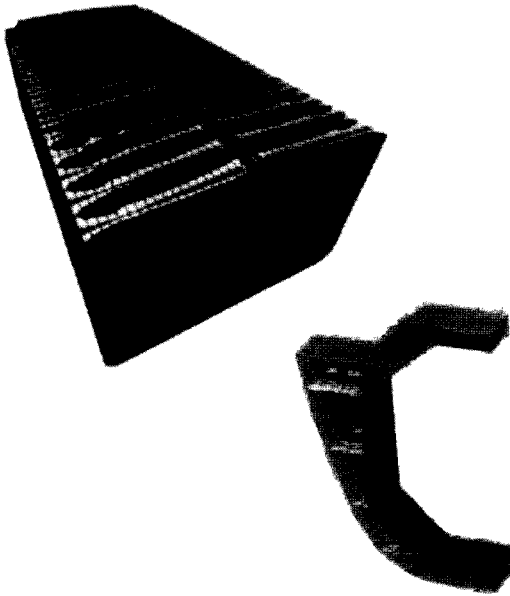


그림 2 선체 중앙 평행부의 구조 해석

(한국과학재단)에 대한 연구 등을 수행하였다. 다목적 함수 최적화 기법을 개발하여 건조비와 중량을 동시에 고려한 최적 설계를 실적선에 대해 적용하였다. 다수의 최적화 기법을 자체적으로 구현하였고, 실제 선박에 대한 설계를 통해 선체를 비롯한 다양한 구조물의 최적 설계에 대한 일련의 지식과 경험을 보유하고 있다.

## 2.2 가공·생산 자동화

산업 현장에서 요구하고 있는 생산성 향상을 위해 본 연구실에서도 선체 곡가공 자동화 시스템

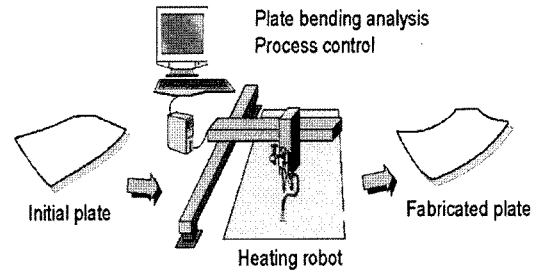


그림 3 선상가열 자동화 시스템 구성도

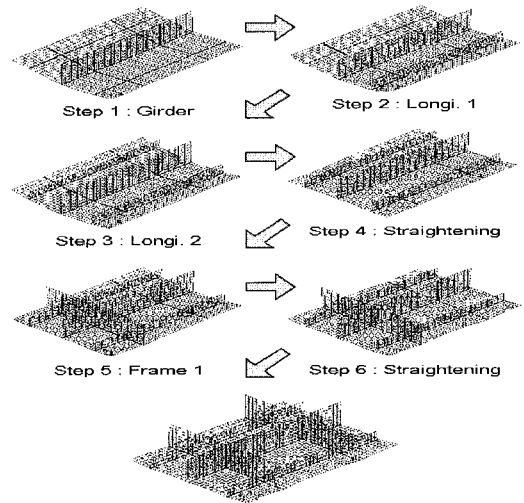


그림 4 보강판의 용접 변형 예측

개발, 용접 변형 예측 시스템, 강제 배치(Nesting) 등에 대한 연구를 수행하고 있다. 현재 대부분을 수작업에 의존하고 있는 선체 곡가공 공정 개선을 위한 연구로, 선상 가열에 의한 변형 예측과 가열 선 결정 알고리즘에 대한 연구(대우중공업)를 완료하였고, 곡가공 자동화 시스템 완성을 위하여 선상 가열 로봇 시스템 개발에 관한 연구를 한국과학재단 산학 협력 연구 과제로 수행하였다.

또한 부재 소모 최소화를 위한 부재 배치 최적화 기법에 관한 연구 및 선박 건조 과정에서 발생하는 용접 변형에 대한 예측 및 제어에 대한 연구(학술진흥재단)를 완료하였다.

## 2.3 구조물의 안전성 해석 및 실험

선체 구조 설계 시 필요한 선박의 주요 부재에

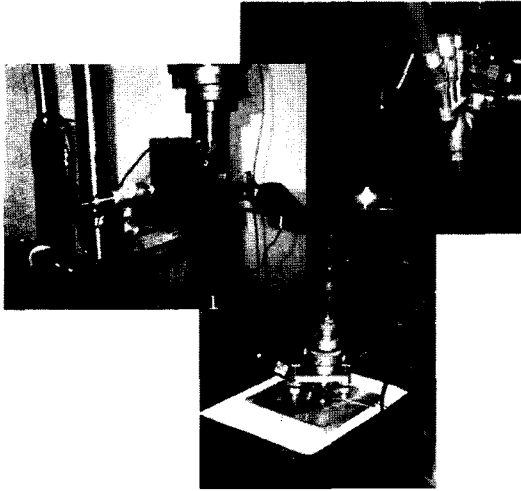


그림 5 피로 수명 연장 기법 실험

대한 구조 해석을 통해 선체의 안전성을 확보하기 위한 해석과 실험에 대한 연구를 수행하고 있다. 보강셀, 브래킷, 골조 구조물 등의 좌굴, 최종강도, 대변형 해석 등의 기초 연구를 시작으로 선체 블록에 이르는 일련의 구조 해석을 통해 선체에 발생할 수 있는 구조적 위험 요소를 사전에 시뮬레이션하고 있다. 또한 구조 부재의 피로 수명 연장 기법 개발(서울대발전기금)을 통해 피로파괴에 대한 구조물의 안전성 향상을 도모하고 있다.

### 3. 연구시설

조선공학은 크게 구조, 유체, 설계 및 생산 분야로 이루어지는데, 본 연구실은 구조 분야의 다양한 실험과 해석을 통해 선체의 안전성 평가, 해석 데이터의 검증, 생산 시스템에 대한 지원을 수행하고 있다.

현재 보유하고 있는 실험 장비로는 크게 구조물의 안전성 평가에 필요한 실험 장치 및 생산 가공에 관련된 실험 기기로 대별될 수 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

- ◎ 구조 안전성 평가 및 피로 실험 장비
  - ▷ Static Actuator Assembly - 200 ton
  - ▷ Dynamic Actuator Assembly - 50 ton
  - ▷ Data Acquisition System
  - ▷ Hydraulic Grip - 30 ton

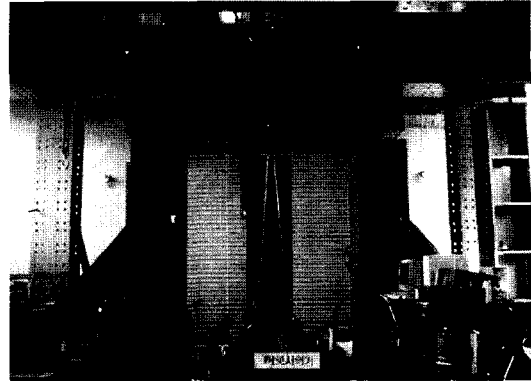


그림 6 구조 실험실 내부

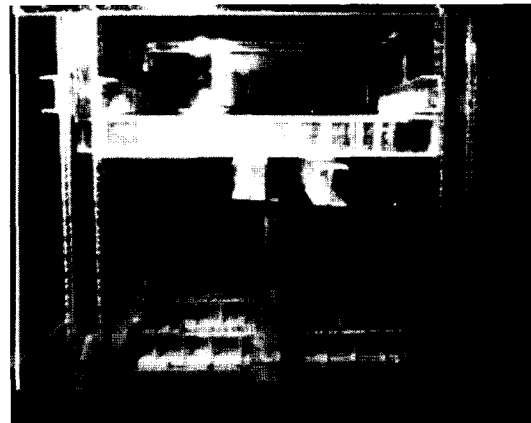


그림 7 Loading frame 모형 실험

- ◎ 생산 가공 장비
  - ▷ Automatic Welding System
  - ▷ Line Heating System
  - ▷ CO<sub>2</sub> Welder

이와 같은 실험 장비를 이용하여 안전성 실험, 피로 파괴 실험 등 다양한 구조물에 대한 역학적 거동 평가를 수행하고, 선체 곡가공 자동화 시스템 개발 및 용접 변형 예측 시스템 개발에 필요한 실험을 수행하고 있다. 아울러 기초구조정역학 실습을 통해 인장 붕괴 실험, 응력-변형도 계측 실험 등 학생들에게 공학적 감각을 심어줄 수 있는 실험도 병행하고 있다.

향후 고주파 유도 가열 및 직교 로봇을 이용한 선상 가열 자동화 시스템 등의 실험 장비를 확충할 예정이다.

#### 4. 현재 연구 중인 과제

본 연구실에서는 최적 설계와 선박 생산성 향상을 위한 연구를 발전시키기 위해 다음과 같은 과제를 수행 중에 있다.

- ▷ 고정밀 선박외판 곡면가공 자동화 기술
- ▷ 선체블록의 용접 조립변형 예측 및 변형 최소화를 위한 최적 구조 설계 연구
- ▷ 선수·미 블록 탑재 시 정도/변형제어 및 최적화에 관한 연구
- ▷ 철도차량 차체의 경량화를 위한 최적구조설계 시스템 개발
- ▷ 선체 구조물의 피로 수명 예측

특히 선박외판의 곡면가공 분야에 대한 연구 성과를 바탕으로 서울대학교 선박생산시스템연구실과 함께 “고정밀 선박 외판 곡면가공 자동화 기술”을 연구실명으로 하는 과학기술부 국가지정연구실로 선정되었고, 이에 “고정밀 선박 외판 곡면가공을 위한 지능형 생산정보 생성”에 대한 활발한 연구 활동에 임하고 있다. 향후 본 연구실에서는 선박 생산 정밀도 향상을 위한 변형 예측 및 교정, 선체 블록 탑재 효율 향상과 같은 생산·가공 분야의 연구와 다양한 구조물의 최적 설계 및 구조 안전성 향상을 위한 피로 설계 등의 연구를 충실히 수행하여 해양 및 조선 산업 발전에 작은 역할을 담당하고자 한다. [2]

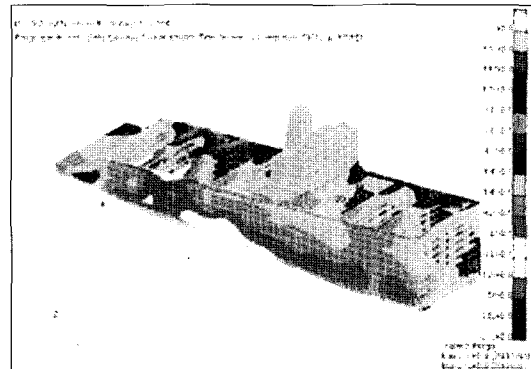


그림 8 선체 블록 탑재 시 변형 해석

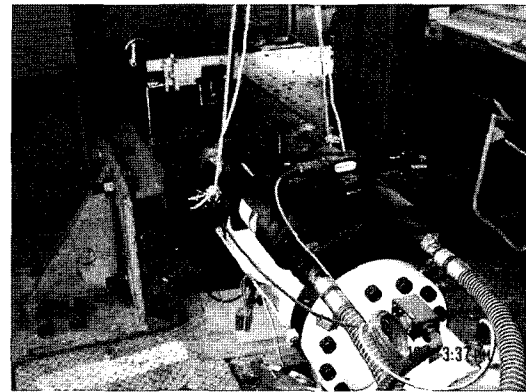


그림 9 구조물의 피로 실험

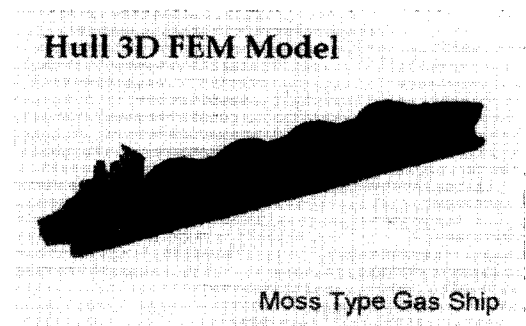


그림 10 LNG 운반선의 구조 해석 모델