

## 선박설계 생산전산(CSDP) 사업 연구결과 발표(II) - 요약 -

주관 : 과학기술처

주최 : CSDP 사업추진협의회/한국기계연구소

임정숙 (본회 전산실)

### 8. 조정성능해석 시스템 개발

선박의 초기 설계 단계에서 선박의 주요 요목 혹은 상세제원이 주어진 상태에서, 실험에 의하지 않고 D/B나 경험식 혹은 이론적인 계산에 의하여 다양한 주위의 운항상태 및 선박의 조종운동을 예측할 수 있는 조종성능 해석 전산시스템이다

#### 가. 연구내용

1) Data Bank를 이용한 조종 성능 해석  
선박의 초기 설계 단계에서 선박의 주요 요목만이 결정된 상태에서 기본적인 조종 성능 추정을 위한 방법으로서의 기존의 모형 시험자료로 축적된 Data Bank를 이용하여 선박의 기본적인 조종성능을 알아내는 것이다.

또한 최근의 큰 방형 비척계수, 작은길이 - 폭비, 큰 폭 - 흘수 비를 갖는 선형에 대한 조종성 계수들을 구하기 위해 이러한 선형에 적용될 수 있도록 MARAD 계열선의 실험선을 기초로 경험식을 만들고 이를 토대로 선박의 성능을 추정한다.

2) 바람, 파도, 조류 및 횡동요의 효과를 고려한 조종성능 해석

실제 해상상태는 정수 중의 수평면 내의 운동만을 고려하여 추정하였으므로 이로 인한 판정은 실제의 조종성능과는 거리가 있으므로 실선의 표준조종 성능을 추정하기 위해서는 횡동요까지를 고려한 비선형 운동과 외력의 영향을 고려하였다.

3) 선박의 조종성능 평가를 위한 수학 모델에 관한 연구

실선의 조종 성능 평가를 위한 기초적연구로 일본의 MMG 모델을 참고해 조종 운동 수학모델을 세우려 했으며 기존의 이론 계산법을 응용하여 선박의 주요목 자료만으로서 실선의 조종 성능을 어느 정도 추정하였다.

#### 나. 연구개발

1) D/B를 이용한 조종 성능 해석 Program개발

본 연구에서의 경험식 유도결과는 다음과 같으며 해석에 사용된 선형들의 범위는 다음과 같다.

0.80 <Cb <0.875

4.50 <L/B <6.50

3.00 <B/T <4.75

$$X'_i = -0.1738 \left( \frac{\nabla}{L^3 D} \right)^{\frac{1}{3}} + 0.000175$$

$$-\frac{Y'_\dot{\psi}}{m'} = \pi \frac{D}{L} \left( 0.285852 \left( C_B \frac{B}{L} \right) - 75.621689 \left( \frac{B}{L} \right)^2 + 6.517713 \right)$$

$$-\frac{N'_f}{I \dot{\kappa}} = \frac{\pi}{12} \frac{D}{L} \left( 6.054752 \left( C_B \frac{B}{D} \right) - 1083.724517 \left( \frac{B}{L} \right)^2 + 100.233268 \right) - 0.335190$$

$$Y'_\psi = -3.556587 \left( \frac{D}{L} \right)^2 - 0.011866 \left( C_B \frac{B}{L} \right) + 0.002313$$

$$Y'_\gamma = 0.164846 \left( \frac{D}{L} \right)^2 + 0.000129 \left( C_B \frac{B}{L} \right) + 0.000032$$

$$N'_\gamma = -0.373142 \left( \frac{D}{L} \right)^2 - 0.000247 \left( C_B \frac{B}{L} \right) - 0.000082$$

$$N'_\psi = -2.494042 \left( \frac{D}{L} \right)^2 + 0.002242 \left( C_B \frac{B}{L} \right) - 0.001386$$

2) 바람, 파도, 조류 및 횡동요의 효과를 고려한 조종성능 해석

본 연구에서는 조종·성능 추정 대상선으로 Mariner 형의 선박을 사용했다.

○ GM에 따른 20°~20° Zig Zag 시험 추정 결과로서 GM이 감소할수록 빠르게 반응하고 있으며 Overshoot 선수각이 증가한다.

○ 바람이 진입시의 선수방향에서의 선회시험 궤적을 풍속에 비례하여 밀려가는 현상이 나타난다. 그러나 이것은 상대풍속, 동요지진 모멘트 및 동요기 진력의 비대칭성으로 인해

선회궤적의 이동방향은 풍향과 정확히 일치하지는 않는다.

○ 1.1m 정도의 파고를 갖는 파도가 입사될 경우 선회시험 추정결과로서 상대 속도는 고려되지 못했으나 바람의 경우와 유사하게 회전반경의 변화는 거의 없이 선회궤적이 밀려가고 있다.

○ 조류가 밀려 들어오는 경우 선회시험시 선회궤적이 밀려가는 현상이 나타나고 있으나 그 방향은 역시 조류의 방향과 일치하지는 않는다.

3) 선박의 조종 성능 평가를 위한 수학 모델에 관한 연구

선박의 조종 운동을 나타내는 수학모델은 비선형 연립미분 방정식에 해당되므로 컴퓨터에 의한 수치적분법을 이용하였다.

선박의 조종성능은 선회, Zig Zag조종, Spiral 시험 등으로부터 판단되며 “A Practical Calculation Method of Ship maneuvering Motion” (Inoue, S. and Others) 에서의 7척의 선박에 대하여 실선의 표준조종 시험 결과와 계산 결과의 비교대로 본 연구에서도 7척의 선박에 대하여 계산한 결과를 상기의 자료와 비교 검토하였다.

#### 다. 개발효과

- 다양한 해상운항 상태에 따른 선박의 조종 성능 평가
- 초기설계 단계에서의 조종성능 평가
- 선원 훈련용 및 연구용의 대형 조종 Simulator 개발

### 9. 선체구조해석 시스템개발

직접해석을 통한 선체구조 설계방식에서 요구되는 파랑하중의 직접계산법, 통

계처리를 통한 신뢰성과 유한요소법에 의한 구조해석법 등의 각 해석과정을 전산화하고 선체구조해석 전용 종합 전산시스템의 구축으로 직접해석에 의한 선체구조 설계방식이 실제의 설계에 적용 가능하도록 했다.

### 가. 연구내용

#### 1) Pre/Post Processor 기술의 현황분석 및 개발방안 설정

기존의 범용 유한요소 구조해석 프로그램내 Pre/Post Processor의 기능을 조사하고 범용 구조해석 프로그램과 선체 전용 프로그램 간의 요구기능 차를 비교했다.

또한 전용 Pre/Post Processor의 기능명세를 시스템 개발명세서를 통해 정리했다.

#### 2) 구조해석 Main Module 기술의 현황분석 및 개발방안 설정

범용 유한요소 구조해석 Package 에서 같이 활용되며 각종 형태의 유한요소, 구조 강성방정식의 수치해법 등에 관하여 정리하고 개발하고자 하는 시스템에 대해서는 시스템 명세표를 통해 기술했다.

#### 3) Container선 구조선 프로그램 개발

Container선 중앙부 1Hold를 대상으로 3차원 횡강도 구조해석을 수행하는 전용 프로그램으로 모델링 전용 Pre Processor, 부분구조해석 기법을 포함하는 구조해석 Main module 및 해석 결과를 도면화하는 Post Processor가 포함된다.

#### 4) 선체 구조 부재의 좌굴해석 연구

선체구조의 보강판 좌굴강도 해석이론을 정립하고 이 결과를 이용하여 탄성범위 내에서의 응용가능한 유한요소법에 의한 좌굴해석 프로그램을 개발했다.

### 나. 연구개발

#### 1) 구조해석 시스템 모형도 및 기능명세표 설계

- 시스템 모형도 설계

#### 가) 선체 구조해석 모델링 프로그램

- 강도해석 종류 및 범위 결정기능
- 부분구조 정의 기능
- 요소형태 결정 및 분할기능
- 경제조건 설정 및 하중계산

#### 나) 선체 구조 해석 입력작성 프로그램

- 내부요소 자동분할 기능
- 동일형상 반복기능
- Renumber 기능
- 입력자료 형식화 기능

#### 다) 구조해석 Main Module

- 정적/탄성 강도해석 기능(부분 구조해석 기법 포함)
- 좌굴강도 해석기능
- 최종강도 해석기능
- 신뢰성 해석기능

#### 라) 구조해석 Post Processor

- 해석결과 Reporting 기능
- 구조형상도, 변위도 생성기능
- 주응력도, 조합응력도, 응력 등고선도 생성기능
- 전단력도, 굽힘응력도 생성기능

#### 2) Container선 구조해석 프로그램 개발

- 프로그램 구성도 작성
- 프로그램 처리방법

중앙부 1Hold를 대상으로 한 횡강도 탄성 구조해석으로 설계하중 조건으로는 Ballast 상태와 Full load 상태를 동시에 고려하여 본 요소에 작용하는 분포하중 및 절점 하중으로 자동계산하여 요소 Library로서 봉, 보, 박판, 판, 경계요소 등을 포함하며 구조 모형도 변형도, 주응력도, 조합응력도 작성이 가능하다.

#### 3) 유공 보강평판의 좌굴해석 프로그램 개발

대칭 보강평판이 면내 압축하중과 전단하중을 받는 경우의 탄성 좌굴하중 추정

### 다. 개발효과

본 연구로 선체 구조해석 시스템의 구

체적인 개발방안 및 시스템의 일차적인 기  
능명세서가 완성되고 다음 연구에는 프로그  
램개발과 연결이 일관적으로 수행될 것  
으로 기대된다.

## 10. 진동제어 시스템 개발

신조선의 각 설계단계에서의 진동특성  
을 추정하여 진동학적 측면에서 해당선박  
의 설계가 잘 진행되어 가고 있는가를  
monitoring하는 진동제어 시스템을 개발하  
는 것임

### 가. 연구내용

- 1) 선체 및 선루고유 진동수 초기 추  
정 프로그램 (VIBINI) 개발
  - 고유진동수 간략 추정식에 대한  
검토
  - 실적선 자료 정리 및 추정식의 경  
험계수 산정
  - 선체 거더의 상하, 수평, 비틀,  
고유진동수 추정 module 개발
  - 선루의 전후 고유진동수 추정  
module 개발
- 2) 선체 거더 진동해석 프로그램 개발
  - 선체 상하 및 수평-비틀 연성진동  
해석 module 작성
  - 시스템 파라메타 산정 module 작성
  - 실용가능한 굽힘 강성 수정계수  
산정기법의 확립.
- 3) 대형창구를 갖는 선체의 비틀 연성  
진동해석에 관한 연구(위탁연구)
  - Thin walled beam theory를 토대  
로 유한요소법에 의한 정식화
  - 창구의 변화에 따른 동적특성 변  
화 분석

### 나. 연구개발

- 1) 선체 및 선루 고유진동수 초기추정

프로그램 (VIBINI) 개발.

- 새로운 고유진동수 추정식 제시
- 선체, 상하, 수평, 비틀, 전후,  
고유진동수 추정.
- 실적선 자료정리

- 2) 선체거더 진동해석 프로그램  
(VIBINI) 개발.

선형과 선체의 주요 봉재 치수 등이 결  
정된 상태에서 선체거더 진동해석에 필요  
한 시스템 파라메타의 산정으로 부터 고유  
치 계산까지의 해석과정을 자동 전산화

### 다. 개발효과

본 연구가 완료되면 부분적인 선박 진  
동해석 관련 프로그램들이 종합화됨으로써  
체계적인 선박 진동제어시스템이 구축

## 11. 소음제어 시스템 개발

선박 소음제어 기술의 초기 설계단계를  
포함한 선박의 모든 설계과정에서의 선박  
소음예측 프로그램의 개발임.

### 가. 연구내용

- 실적선의 소음수준 분석
  - 소음예측 기법 정립.
- 소음원 - 전달경로 - 수음 점에 이르는  
전반적인 내용에 대한 자료를 수집, 분석  
하여 소음예측방법 정립
- 프로그램 개발
- 시험용으로 기관실 부근의 객실에 한하  
여 예측 가능한 프로그램을 작성
- 시스템 명세서
- CSD내의 다른 시스템과의 접속관계와  
본 시스템의 자료들을 체계화

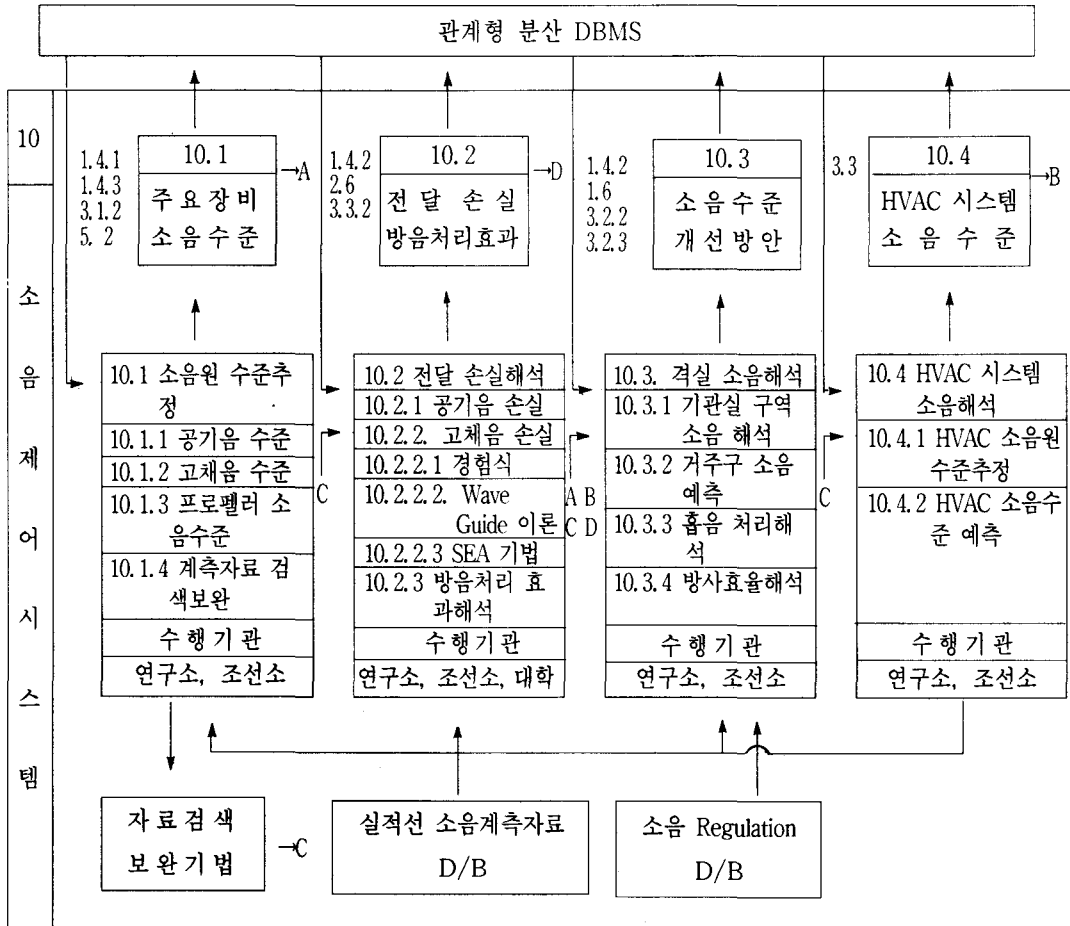
### 나. 연구개발

- 1) 국내 신조선 소음수준 현황
  - 조사대상선박  
Bulk Carrier, Chemical Tanker,

Container Ro-Ro ship, oil Tanker.

4) 시스템 명세서

○ 분석결과



- 선실의 약 10%가 소음규제치를 초과
- 조사대상 선박의 약 50%가 소음 규제치를 초과하고 격실의 위치는 대부분 main deck 임.

2) 주요 소음원의 음향출력

소음원의 음향출력 추정과 관련하여 SNAME, NK, BV 및 DNV에서 제시하는 경험적 추정법에 대한 비교분석

3) 프로그램 개발

프로그램 Flow Chart, Interactive 방식으로 입력, 출력)

다. 개발효과

- 선박 소음예측에 대한 기반기술 구축
- 기관실 구역 소음예측가능

12. CSDP 전용 데이터베이스 관리시스템 개발

CSDP 세부 시스템들 사이에 교환되는 복합데이터, 응용프로그램 들을 통합한 일관된 시스템을 구축하기 위해 데이터 베

스 관리시스템을 통한 시스템 구축이 필요함.

**가. 연구내용**

- 시스템 구성방법 설정 및 데이터베이스 설계방법론
- 관계형 데이터베이스 시스템을 이용한 CSDP 세부시스템의 데이터베이스 설계 및 모형화
- 복합데이터 처리를 위한 Geometry Information model의 개념적 모델과 전산 모델에 관한 데이터 베이스 처리 기법
- 분산시스템 개념하의 분산 관계형 데이터베이스 시스템 구축

**나. 연구개발**

- 시스템 구성방법 설정 및 전산시스템 구축
  - CSDP 전산시스템 구성은 분산처리 시스템으로서 이것을 S/W적으로는 분산 데이터베이스 관리시스템에 의해 통합하고 H/W적으로 근거리 통신망에 의해서 연결되므로 통합시스템 구축
  - 분산 D/B 시스템 운영을 위해 엔지니어링 워크스테이션들로 구성된 근거리 통신망을 구성
- 데이터베이스 설계 방법론
  - CSDP 과제에서 구축될 데이터베이스 구조를 연속적으로 일관성 있게 개발하기 위한 기법
- Prototype 데이터베이스 설계 및 구현의 적용

**다. 개발효과**

- 구축된 전산시스템을 선박 설계 생산을 위한 분산처리 시스템 기본모형으로 활용
- 데이터베이스 설계방법론으로 조선

전용 데이터 베이스 구축

- Geometry Information Model을 개발하여 선박설계 생산에 적합한 데이터베이스 관리시스템 개발.

**13. 선박건조 자동관리 시스템개발**

본 연구의 목적은 조선소관리기술의 선진화 Production Engineering 기술확보 및 생산관리의 전산화에 있다.

**가. 연구내용**

- 1) 국내 4개 대형조선소의 생산관리 분야 현황조사
- 2) 일반적인 선박 건조공정의 분석 및 전산화방안 제시
- 3) 생산관리체계 구성에 응용되는 관리이론의 조사연구

**나. 연구개발**

- 1) 국내 4개 대형조선소의 생산관리분야 현황조사
- 2) 선박 건조공정 분석 및 전산화 시스템 설계
  - 생산을 주축으로 한 정보관리체계 설계
  - 탑재일정 계획 수립
  - 조립 Block 배치 및 인원배원 계획수립
  - 가공일정계획 수립
  - 의장제작 및 설치관리 수립
- 3) 관리 이론의 조사연구
  - Group Technology 의 개념규명
  - Group Technology와 Material Requisition Planning
  - Group Technology의 조선공업에의 적용
  - 향후의 연구방향 제시

**다. 개발효과**

- 생산기간 단축

- 선박 건조원가 절감
- 생산관리 전산화 기술축적

## 14. 선각기술정보처리 시스템개발

CSD의 결과를 기존 CAD/CAM 시스템과 연결하여 활용하는 문제와 이를 중형조선소에 기술보급하여 생산성을 향상시킨다.

### 가. 연구내용

- 1) Autokon을 중심으로 국내조선소의 CAD/CAM 활용현황조사
- 2) Autokon의 발전과정 조사, 분석
- 3) 국외 활용 시스템 (HICADDEC, BRITSHIPS, SCAFO 등) 조사, 분석
- 4) 국내 대형조선소의 CAD/CAM 시스템 활용계획 조사
- 5) 외관관련분야의 시스템 설계

### 나. 연구개발

- 1) 국내 조선소의 CAD/CAM 시스템 조사분석
- 2) 선진 외국 시스템 조사분석
- 3) 국내 대형조선소의 CAD/CAM 시스템 적용 및 계획
- 4) 외관처리 부분의 기술정보 시스템 설계

### 다. 개발효과

- 1) 자체기술 개발로 기술자립 및 도입 경비절감
- 2) 선진기술 봉쇄에 대처
- 3) CAD/CAM 시스템의 활용으로 생산성 향상
- 4) 체계적인 기술정보 제공
- 5) 중소형 조선소 기술향상에 기여

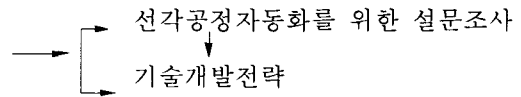
## 15. 선박 생산공정 자동화시스템 개발

본 연구는 그간 국내경제가 원화와 원

자재의 가격상승, 고임금 등 3고와 외국조선사가 CIMS화를 추진하는 추세이며 이에 따라 다공정 생산 프로세스인 선각생산 공정을 자동화하는 기술개발 및 공동개발 과제의 추진이다.

### 가. 연구내용

조선자동화와 선각공정 분석 →  
(선진국의 조선자동화개발) ↑



### 나. 연구개발

- 1) 조선자동화의 추세분석
- 2) 선진국의 조선자동화 연구
  - 일본 : NC제어 프레스 곡가공, 조립작업 자동화, 3차원좌표 측정기, 용접 및 도장용 로봇, 탱크 내 자동 측정장치
  - 미국 : 용접로봇, 절단로봇 등
- 3) 선각공정의 분석
  - 국내 선각공정 자동화 기술의 분석
  - 마킹 및 절단공정, 곡가공 공정, 조립공정, 용접, 도장공정 자동화와 조선용 로봇 기술 등 개발 가능성 검토
  - 선각공정 자동화를 위한 설문조사
- 4) 기술개발 과제선정
  - 생산자동화를 위한 공통기초 연구
    - 로봇화를 위한 부재형태, 작업성 분석
    - 선각 및 의장공정 동작연구
  - 형강 마킹·절단 공정 NC화
  - 강재곡가공의 NC화
  - Collar Plate 용접의 로봇화

**다. 개발효과**

- 조선산업에서의 생산자동화 방향 제시
- 생산설비 및 공법개선 방안
- 노동집약 산업에서 기술집약 산업으로의 전환

**16. 박용보기 성능해석 시스템 개발**

본 연구의 보조보일러 시스템의 성능해석 전산프로그램 개발은 다음과 같다.

- Data Base 화
- Total Heat Balance
- 연소 및 열전달 해석

**가. 연구내용**

- 1) Total Heat Balance 계산
- 2) 연소 및 열전달 해석

보조보일러 연소실의 규모 및 열교환기류의 배치 등을 검정하며 각 열교환기별 전열면적 등을 산정

**나. 연구결과**

- 1) Total Heat Balance  
보일러에 가해진 입열, 출열, 보일러 효율 및 기타 성능값을 정량적으로 평가.
- 2) 연소 및 열전달 해석  
화로내, 노벽, 증발관의 열전달을 해석하고 과열기에서의 가스측과 기타의 전열계수를 계산
- 3) Data retrieval system.  
보조보일러 시스템의 data base를 구성하기 위하여 1차년도에는 계획의 수립과 기본적인 자료를 수집 정리

**다. 개발효과**

- 보조 보일러 시스템의 기본설계에 활용 및 선정된 시스템의 평가
- 요소기술의 설계 전산화
- 실적선의 Data Base 화

