

# 조선해양공학계획

2006학년도 2학기  
서울대학교 조선해양공학과  
이규열 / 최항순



# 목차

- ☑ 조선해양공학계획-교과목 개요
- ☑ PART I. 선박분야
  1. 수업의 진행 방향
  2. 선박의 기본 개념
  3. 선박의 기본설계 과정
  4. 모형선박 선체부 제작 예시
  5. 선박의 복원 성능 추정
  6. 제어기 제작을 위한 전기 이론
  7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초
  8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작
  9. 모형선박 제작 과정 및 Contest
- ☑ PART II. 해양구조물 분야
  1. Trends of the Offshore Oil & Gas Development
  2. Features of Floating Structures for Ultra Deepwater
- ☑ 참고자료(2004, 2005학년도 Term Project 결과)
  - 2005학년도 2학기 모형선박 제작 과정 및 Contest
  - 2004학년도 2학기 모형선박 제작 과정 및 Contest



# 조선해양공학계획-교과목 개요

## ☑ 선박과 해양구조물에 대한 기본계획과정을 이해한다.

### ▪ PART I : 선박 분야 (이규열)

- 10주간의 강의
- 모형선박의 설계 및 제작
- 모형선박의 자동 제어를 위한 전기이론과 제어이론에 대한 개념 이해
- Term Project
  - 센서를 이용하여 수조의 벽과 일정한 거리를 유지하며 주어진 경로를 자동으로 운항하는 제어장치를 탑재한 모형 선박을 설계 및 제작
  - “모형 선박 성능 컨테스트” 를 개최
  - 팀 구성 : 5인 1조

### ▪ PART II : 해양구조물 분야 (최항순)

- 5주간의 강의를 진행
- 해양구조물의 기능별 종류와 특성을 파악하며 해양구조물의 설계 예를 분석하여 설계개념을 이해
- Term Project
  - 한 가지 해양구조물을 선정하여 선형, 설계인자, 중요장비, GA 등을 결정하여 정리



# PART I. 선박 분야

2006학년도 2학기  
서울대학교 조선해양공학과  
이규열



# 1. 수업의 진행 방향

- 1.1. 모형선박 설계/제작의 목적
- 1.2. 모형선박의 설계 조건
- 1.3. 평가
- 1.4. 수업 구성
- 1.5. 모형선박의 제작 예



# 1. 수업의 진행 방향

## 1.1. 모형선박 설계/제작의 목적

### ■ 목적

조선해양공학계획 강의 시간에 듣고, 본 “선박의 설계 및 전기이론, 제어이론”을 수강생들이 직접 모형 선박 설계, 제작 함으로써 이해한다.

“ 들은 것은                      잊어버리고,  
 본 것은                         기억만 되나  
 직접 해 본 것은            이해된다 ”  
 - 공자



# 1. 수업의 진행 방향

## 1.2. 모형선박의 설계 조건

### ☑ 설계조건

- 정해진 **재화중량(6kg)**을 실을 수 있어야 함
- 전장은 1m 내외를 권장
- 선체의 **소재**는 자유
  - Foam board, 나무, 과학상자 ...
- **구동(추진) 시스템** 자유
  - Propeller, 외륜선, ...
- **선형** 선택 자유
  - 단순한 선형을 선택
- 학생들의 **창의성**이 중요



# 1. 수업의 진행 방향

## 1.3. 평가

### ☑ 평가

- **모형선박 및 제어기 설계, 제작 보고서**
  - 선형설계, 구획배치, 제작과정, 전기회로 과제, 제어기 설계
  
- **모형선박 컨테스트의 2가지 평가항목**
  - ① 모형선박 제작의 창의성 평가
  - ② 센서를 이용하여 수조의 벽과 일정한 거리를 유지하며 주어진 경로를 자동으로 주행이 가능한지를 평가



# 1. 수업의 진행 방향

## 1.4. 수업 구성

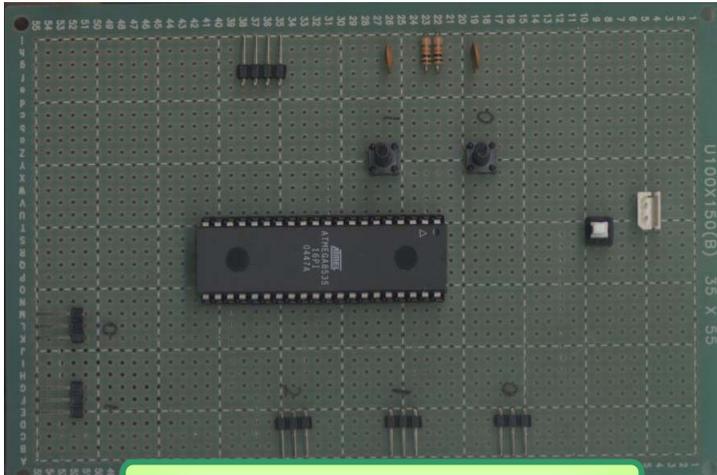
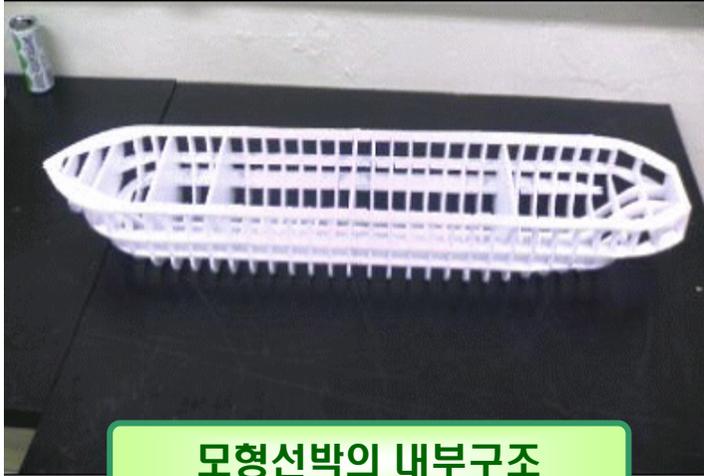
### ☑참가자 중심의 강의

- 질문, 토론, 발표
- 팀 구성(5인 1조)
- Term Project를 목표로 강의 내용 구성



# 1. 수업의 진행 방향

## 1.5. 모형선박의 제작 예(1/4) - 외형, 제어기



# 1. 수업의 진행 방향

## 1.5. 모형선박의 제작 예(2/4) - 추진부



모형선박의 Propeller, Rudder

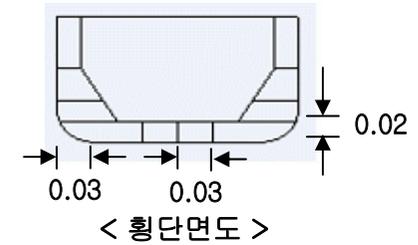
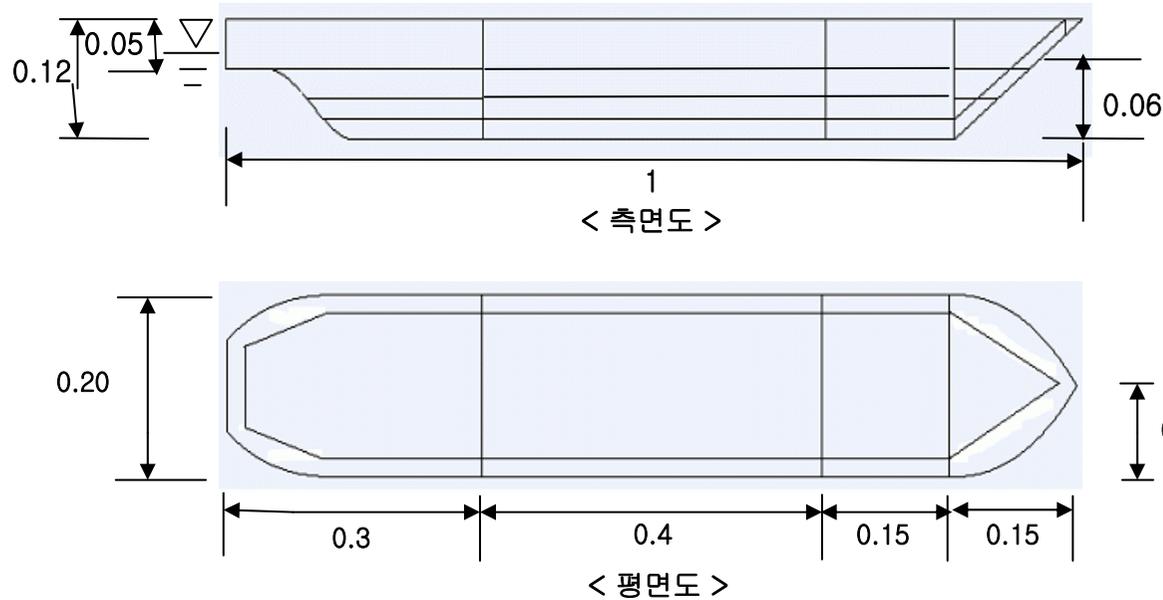


모형선박의 추진부



# 1. 수업의 진행 방향

## 1.5. 모형선박의 제작 예(3/4) – 일반배치(General Arrangement - G/A)



모형선박 선체 제작 모습

주요치수		설계선
주요요목 (m)	L	1.00
	B	0.20
	D	0.12
	T	0.06
경하중량(kg)		2.00
재화중량(kg)		6.18
배수량(kg)		8.18
방형계수( $C_b$ )		0.682



# 1. 수업의 진행 방향

## 1.5. 모형선박의 제작 예(4/4) - 경하중량

분 류		중량(kg)	계
선체중량	선체 외판 <sup>1)</sup>	0.62	1.26
	선체 내부 부재	0.64	
기관부 중량	추진축	0.05	0.74
	DC모터	0.05	
	서보모터	0.04	
	저항 + 변속기	0.06	
	Battery	0.50	
	프로펠러	0.01	
	rudder	0.01	
	수신기	0.02	
경하중량			2.00

- \*재질(우드락) 밀도  $0.7 g / cm^3$
- \*퍼티 밀도  $1.35 g / cm^3$
- \*에폭시 밀도  $1.5 g / cm^3$
- \*선체 외판 표면적  $2262.6 cm^2$
- \*재질(우드락) 두께  $0.2 cm$
- \*퍼티 두께  $0.05 cm$
- \*에폭시 두께  $0.05 cm$

1) 선체외판 : 우드락 + 퍼티 + 에폭시



## 2. 선박의 기본 개념

2.1. 선박의 기본 기능

2.2. 용어 설명



## 2. 선박의 기본 개념

### 2.1. 선박의 기본 기능

- ☑ 물에 떠서 **빨리 갈 수 있어야 한다.**

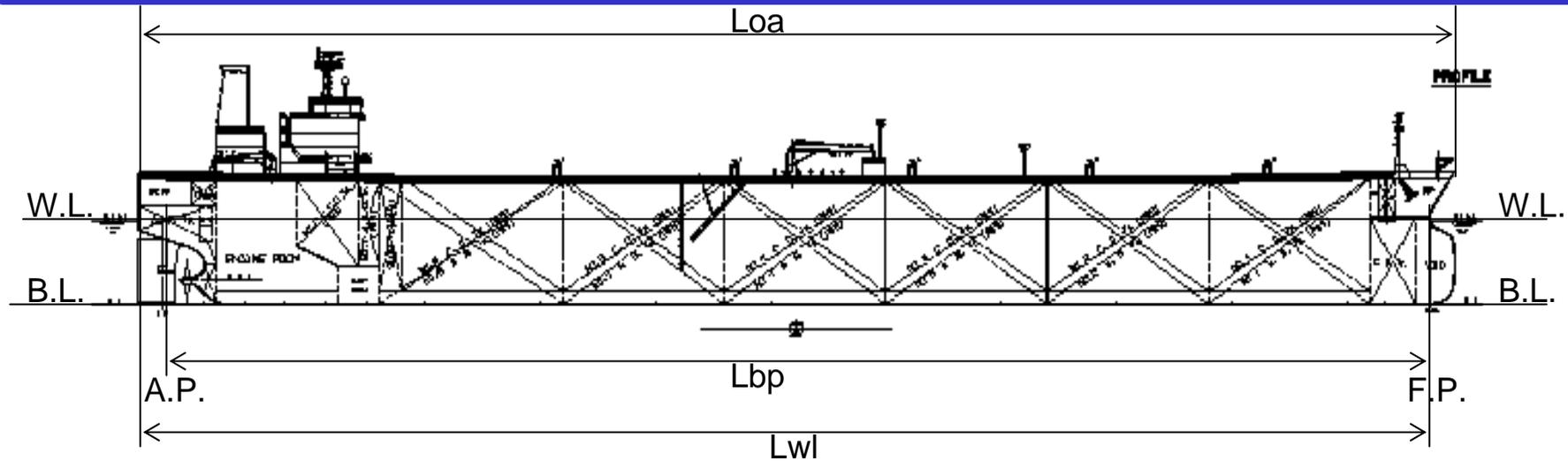
  - 형상 : 저항이 작은 유선형
  - 추진기관 : 디젤 엔진, 나선형 프로펠러
  - 배의 속력은 노트(knot)로 나타내며, **1시간에 1해리(1852 m )를 달리는 속력이다.**
  
- ☑ **튼튼한 그릇으로서의 역할**

  - 철판(보통 두께 : 약 20 ~ 30 mm)과 보강재를 용접한 구조물
  - 대형유조선은 자체 무게는 약 42,000 ton 정도 되고, 약 300,000ton의 짐을 실을 수 있다.
  
- ☑ **항해 중에 사람이나 화물이 편안하고 안전할 수 있도록 운동(동요)이 심하지 않아야 한다. 또한 방향타와 조타기를 장착하여 **안전하게 조종할 수 있어야 한다.****



# 2. 선박의 기본 개념

## 2.2. 용어 설명 - 주요요목(1/2)

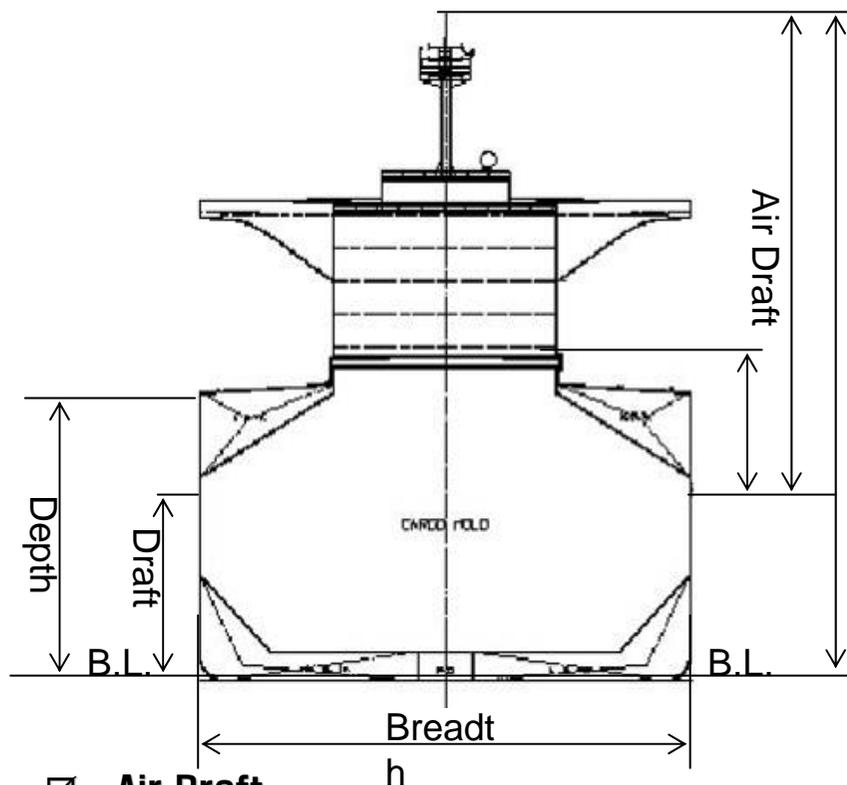


- Loa (Length OverAll) (m) : Maximum Length of Ship**
- Lbp (Length Between Perpendiculars (A.P. ~ F.P.)) (m)**
  - A.P. : After Perpendicular (Normally, Center line of the Rudder Stock)**
  - F.P. : Inter-section line between Designed draft and fore side of the Stem, which is perpendicular to the baseline**
- Lf (Freeboard Length) (m) : Basis of Freeboard assignment, Damage Stability Calculation**
  - 0.96 Lwl at 0.85 D or Lbp at 0.85 D, whichever is greater**
- Rule Length (Scantling Length) (m) : Basis of Structural Design and Equipment selection**
  - Intermediate one among ( 0.96 Lwl at Ts, 0.97 Lwl at Ts, Lbp at Ts)**



# 2. 선박의 기본 개념

## 2.2. 용어 설명 - 주요요목(2/2)



- ☑ **B (Breadth) (m)**
  - Maximum breadth of the ship, measured amidships
  - moulded : excluding shell plate thickness
  - extreme : including shell plate thickness
- ☑ **D (Depth) (m)**
  - Distance from the base line to the deck side line
  - moulded : excluding keel plate thickness
  - extreme : including keel plate thickness
- ☑ **Td (Designed Draft) (m)**
  - Main operating Draft.
  - In general, basis of Ship's Deadweight and Speed/Power performance
- ☑ **Ts (Scantling Draft) (m)**
  - Basis of Ship's Structural Design

☑ **Air Draft**

Distance (height above water line only or including operating draft, see below for the detail) restricted by the port facilities, navigating route, etc.

- Air draft from base line to the top of the mast
- Air draft from water line to the top of the mast
- Air draft from water line to the top of hatch cover... ..



## 3. 선박의 기본설계 과정

- 3.1. 선주의 요구조건
- 3.2. 유사 실적선 자료 조사
- 3.3. 주요치수 결정
- 3.4. 경하중량 추정
- 3.5. 저항, 마력 추정
- 3.6. 선형설계
- 3.7. 개략 일반 배치도 작성
- 3.8. 구획배치
- 3.9. 구조설계



### 3. 선박의 기본설계 과정

- 일반 선박**
- 선주 요구조건
  - 유사 실적선 자료 조사
  - 주요치수 결정
  - 경하중량 추정
  - 저항, 마력 추정
  - 주기관 선정
  - 프로펠러 주요치수 결정
  - Rudder 주요치수 결정
  - 선형설계
  - 개략 일반배치도 작성
  - 구획 배치 및 선박계산
  - 구조 설계



- 모형 선박**
- 1 선주 요구조건
  - 2 유사 실적선 자료 조사
  - 3 주요치수 결정
  - 4 경하중량 추정
  - 5 저항, 마력 추정
  - 6 주기관 선정
  - 7 프로펠러 주요치수 결정
  - 8 Rudder 주요치수 결정
  - 9 선형설계
  - 10 개략 일반배치도 작성
  - 11 구획 배치
  - 12 구조 설계

} 추진 모터와 추진 프로펠러, 추진축은 학과에서 일괄 제공



# 3. 선박의 기본설계 과정

## 3.1. 선주의 요구조건

1. 선주 요구 조건
2. 유사 실적선 조사
3. 주요치수 결정
4. 경하중량 추정
5. 저항, 마력 추정

- ☑ 선주 요구 조건
  - 선종(Ship's Type)
  - 재화중량(Deadweight)
  - 최대 흘수(Max. Draft)
  - 화물용적(Cargo Capacity)
    - Cargo Capacity: Cargo Hold Volume/ Container in Hold & on Deck/ Car Deck Area
    - Water Ballast Capacity
  - 속력(Speed)
    - Service Speed at \_Draft with \_Sea Margin, \_ Engine Power & \_RPM , DFOC (Daily Fuel Oil Consumption)
  - 운하 및 수로 제한(Canal Limitations): Panama, Suez, Kiel, St. Lawrence Seaway, Port limitations
  - Special Requirements
    - Ice Class, Air Draft, Bow/Stern Thruster, Special Rudder, Twin Skeg



# 3. 선박의 기본설계 과정

## 3.2. 유사 실적선 자료 조사

1. 선주 요구 조건
2. 유사 실적선 조사
3. 주요치수 결정
4. 경하중량 추정
5. 저항, 마력 추정

### ☑ 유사 실적선 자료 조사

■ “선박 설계는 무에서 유를 창조하는 혁신적인 업무라기 보다는 실적 자료를 토대로 한 개선이다”

#### ■ 유사 실적선 자료 조사

- 주요 치수: L/B, L/D, B/D, D/T,  $C_B$
- 경하중량(Lightweight), Deadweight/Displacement
- Capacity: Cargo, Ballast, F.O
- Speed, Power, Propeller, etc.

■ 관련 선급, 모형 시험소, 선주 및 유관 기관과의 업무 협의 및 자료 입수



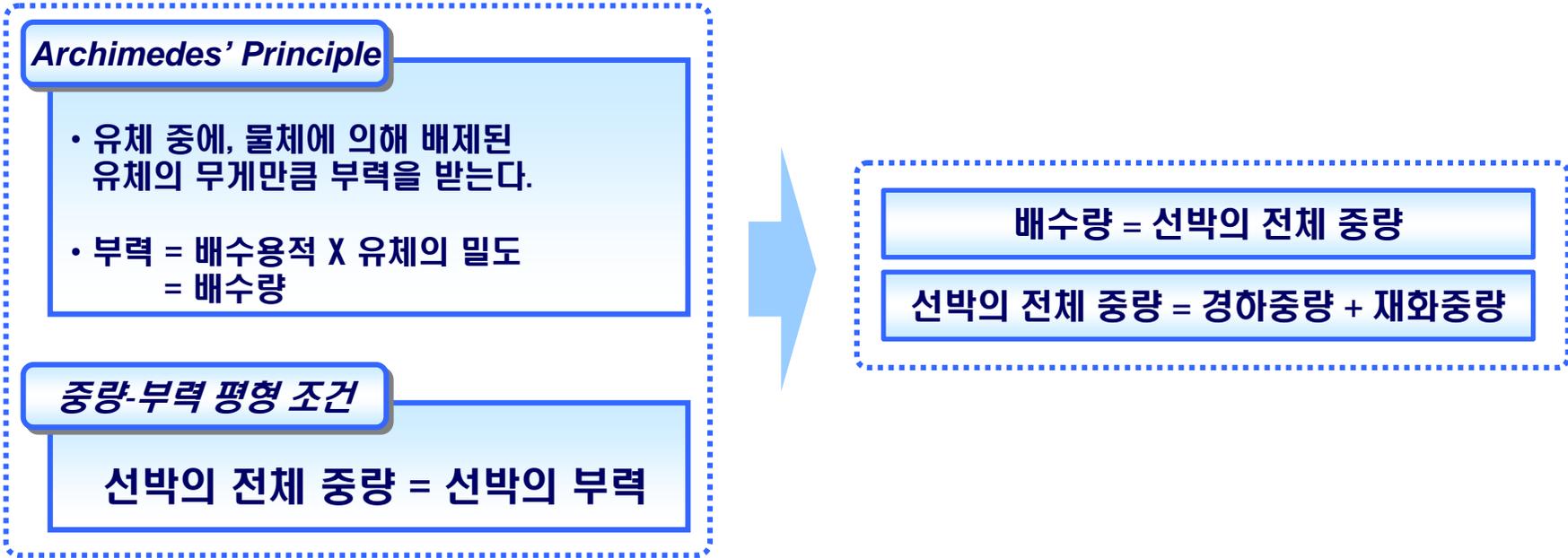
# 3. 선박의 기본설계 과정

## 3.3. 주요치수 결정

1. 선주 요구 조건
2. 유사 실적선 조사
3. 주요치수 결정
4. 경하중량 추정
5. 저항, 마력 추정

### ☑ 주요 치수 결정 개념

- 재화 중량(DWT; Deadweight), 요구 화물창 용적(Cargo Capacity), 선속(V), 흘수(T)가 주어졌을 때
- 선박 건조비를 최소로 하거나 운항 경제성을 최대(최소 요구 운임, 최소 연료 소모량)로 하는 주요 치수 L, B, D,  $C_B$ 의 조합을 찾는 것



# 3. 선박의 기본설계 과정

## 3.3. 주요치수 결정 - Archimedes' Principle

1. 선주 요구 조건
2. 유사 실적선 조사
3. 주요치수 결정
4. 경하중량 추정
5. 저항, 마력 추정

### ☑ Archimedes' Principle

■ “유체 속에 있는 물체(부유체)가 받는 부력의 크기는 그 물체가 밀어낸 유체의 무게와 같고 그 방향은 중력과 반대 방향이다”

부유체의 부력 = 부유체가 밀어낸 유체의 중량(배수량; Displacement)

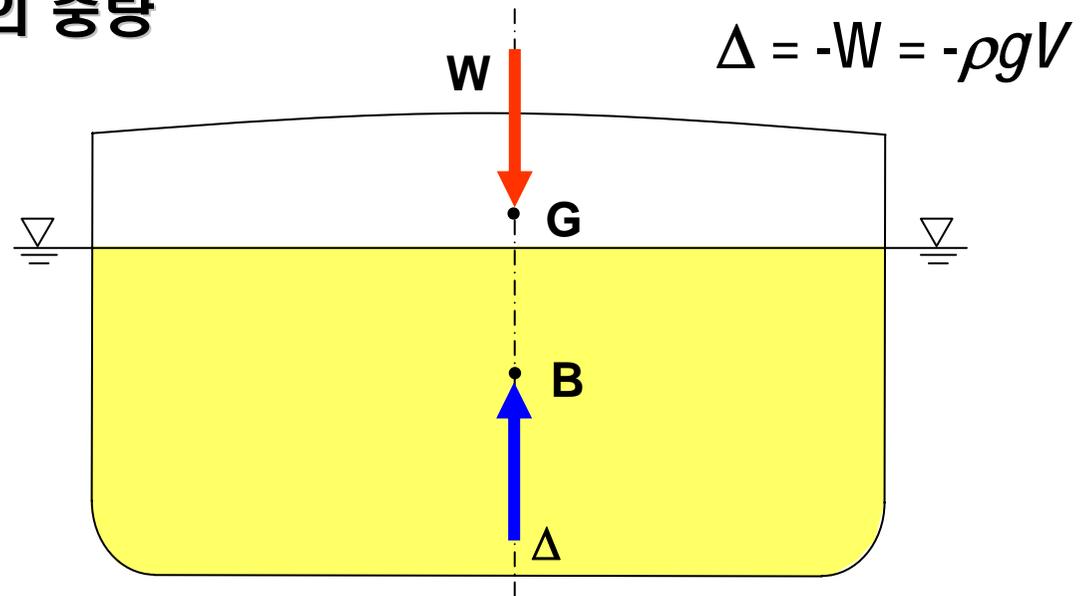
➔ 아르키메데스의 원리

### ☑ 평형상태

■ 부유체의 부력 = 부유체의 중량

∴ 배수량 = 부유체의 중량

G: 중심, B: 부심  
 W: 중력, Δ: 부력  
 ρ: 유체의 밀도  
 V: 유체 속에 있는 물체의 부피



# 3. 선박의 기본설계 과정

## 3.3. 주요치수 결정 - 주요치수와 배수량

1. 선주 요구 조건
2. 유사 실적선 조사
3. 주요치수 결정
4. 경하중량 추정
5. 저항, 마력 추정

☑ 배수량 = 부력 = 중량

$$\Delta = L \cdot B \cdot T \cdot C_B \cdot \rho \cdot (1 + \alpha)$$

$$= W = LWT + DWT$$



# 3. 선박의 기본설계 과정

## 3.4. 경하중량 추정

1. 선주 요구 조건
2. 유사 실적선 조사
3. 주요치수 결정
4. 경하중량 추정
5. 저항, 마력 추정

### ☑ 경하 중량(Lightweight)

- 의장품, 기관 부품을 탑재 및 공사 완료 후 선박이 완성된 상태의 자체 중량
- 선각 중량( $W_s$ ; Hull Weight), 의장 중량( $W_o$ ; Outfitting Weight), 기관부 중량( $W_m$ ; Machinery Weight)으로 구성
- 경하중량의 추정식의 예

- 선각 중량

$$W_s = C_s \cdot L^{1.6} (B + D), \quad C_s = \left( W_s / \{ L^{1.6} (B + D) \} \right)_p$$

- 의장부 중량

$$W_o = C_o \cdot L \cdot B, \quad C_o = \left( W_o / \{ L \cdot B \} \right)_p$$

- 기관부 중량

$$W_m = C_m \cdot NMCR, \quad C_m = \left( W_m / NMCR \right)_p$$

기준선의 값

L: 선체의 길이  
 B: 선체의 폭  
 D: 선체의 깊이  
 NMCR: 기관부 최대마력

경하 중량(Lightweight) = 선각 중량(Hull Weight)  
 + 의장 중량(Outfitting Weight) + 기관부 중량(Machinery Weight)



# 3. 선박의 기본설계 과정

## 3.5. 저항, 마력 추정

1. 선주 요구 조건
2. 유사 실적선 조사
3. 주요치수 결정
4. 경하중량 추정
5. 저항, 마력 추정

### Admiralty계수에 의한 주기관 마력 개략 추정

$$Cad = \Delta^{2/3} \cdot V^3 / DHP$$

$\Delta$  in ton,  $V$  in kts,  $DHP$  in PS

△ : 배수량(ton)  
 V : 선속(Knots)  
 DHP : 전달마력(PS)  
 (Delivered Horse Power)

### 저항

- 선박이 일정한 속력으로 움직이기 위해서 이겨내야 하는 힘
- 여러 가지 성분으로 구성되어 있음

### Froude에 의한 저항의 분류

- 전저항( $R_T$ ) = 마찰 저항( $R_F$ ) + 잉여 저항( $R_R$ ) + 실선 상관 수정량( $\Delta R_F$ )

### Hughes에 의한 저항의 분류

- 전저항( $R_T$ ) = 점성 저항( $R_V$ ) + 조파 저항( $R_W$ )
- 점성 저항: 선체 표면을 흐르는 물의 점성 때문에 생기는 저항
- 조파 저항: 선박의 전진으로 인해 선체 주위의 물결의 발생에 소요되는 에너지에 상당하는 저항

서울대학교 조선해양공학



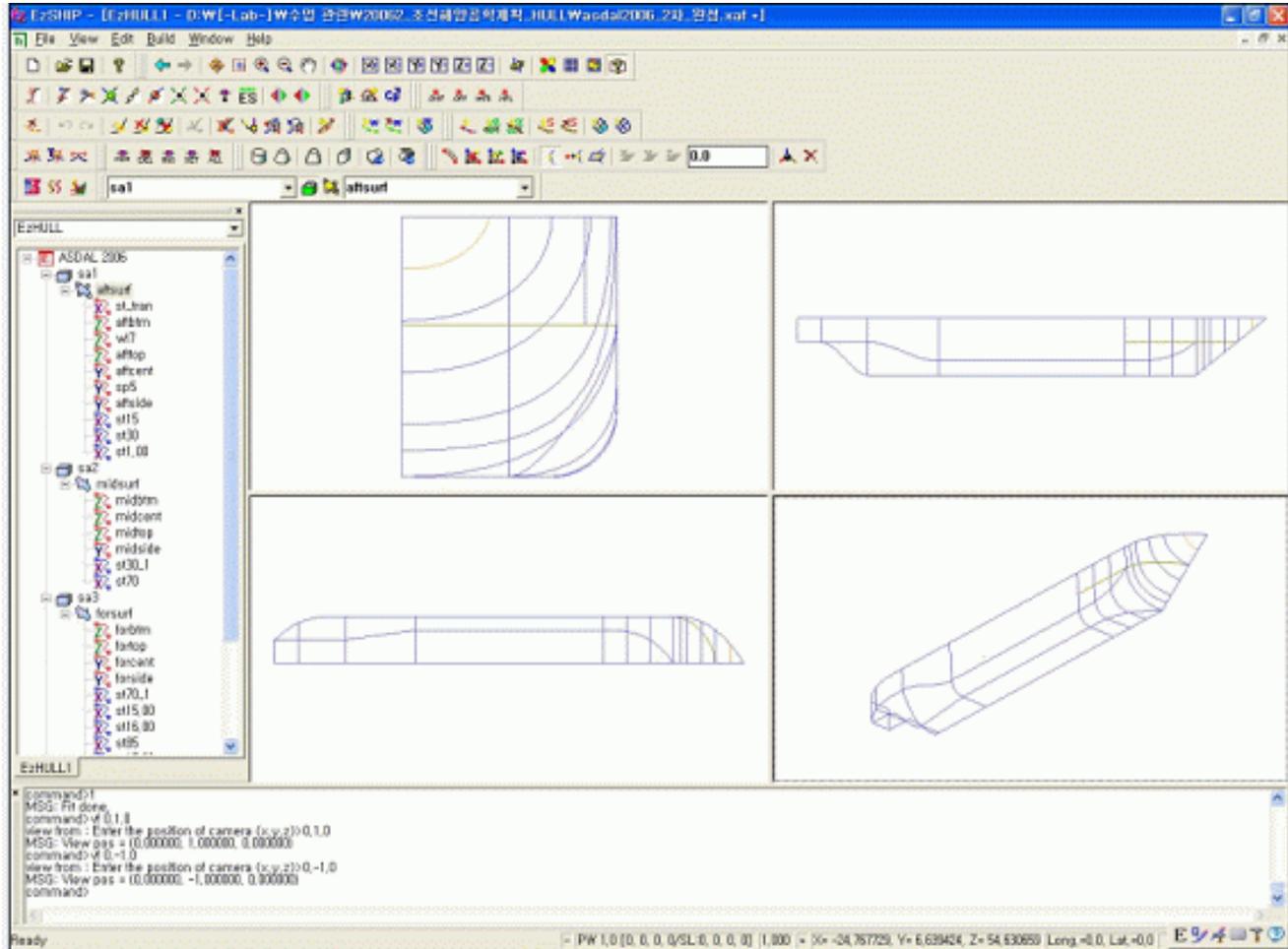
• 선박의 주요 치수를 토대로 한 정수 중의 저항(Resistance in calm water) 추정  
 - 계열 모형 시험 자료,  
 실험 결과의 통계적 추정식(Holtrop & Mennen의 방법 등)을 이용하여 추정함

# 3. 선박의 기본설계 과정

## 3.6. 선형설계

6. 선형설계
7. 개략 일반 배치도
8. 구획배치
9. 구조설계

선형설계 CAD 시스템을 이용하여 모형선박 선형 설계 예



# 3. 선박의 기본설계 과정

## 3.7. 개략 일반 배치도 작성(1/3)

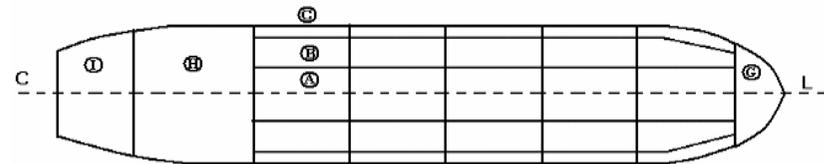
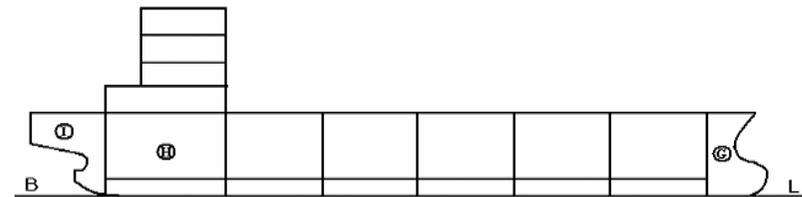
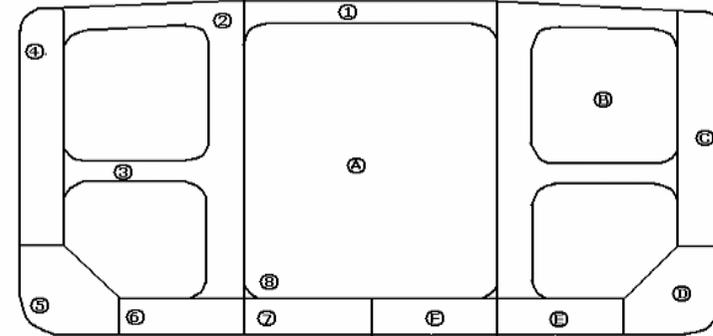
6. 선형설계
<b>7. 개략 일반 배치도</b>
8. 구획배치
9. 구조설계

### ☑ 구획 배치

■ 주로 선박의 기본 성능에 큰 영향을 미치는 구획을 배치하고 관련 규정을 검토

■ 화물창, 기관실, 선수창 (FPT), 선미창(APT), 각종 탱크

■ 화물창 용적 증감에 따른 조정



- |               |                            |                              |
|---------------|----------------------------|------------------------------|
| ① Trans. web  | ④ Wing tank floor          | ⑦ Center double bottom floor |
| ② Trans. ring | ⑤ Hopper tank floor        | ⑧ Big bracket                |
| ③ Crosstie    | ⑥ Side double bottom floor |                              |
| Ⓐ Center hold | Ⓛ Hopper tank              | Ⓜ 선수부                        |
| Ⓑ Side hold   | Ⓨ Side double bottom tank  | Ⓨ 기관실부                       |
| Ⓒ Wing tank   | Ⓩ Center double bottom     | Ⓩ 선미부                        |



# 3. 선박의 기본설계 과정

## 3.7. 개략 일반 배치도 작성(2/3)

6. 선형설계
<b>7. 개략 일반 배치도</b>
8. 구획배치
9. 구조설계

### ☑ 구획 배치의 기본 개념

- **화물창 구획(길이)을 최대로 할 것** ➔ “선주 이익의 지표”
- 화물창 구획의 지원 기능들(기관실 구획, 거주구 구획, 연료유 구획, 밸러스트 탱크 구획)은 최소로 할 것 ➔ **기관실 길이 및 폭 최소**
- 화물창 횡단면적(Cargo Hold Sectional Area)이 최대가 되도록 할 것 ➔ **중앙 횡단면(Midship Section), 이중저 높이, 호퍼탱크 및 잉 탱크의 적절한 배치**
- Frame / Web / Longi. 간격 고려
- 계선 장치(anchoring), 계류 장치(mooring), 타(rudder) 등 고려
- 저항/ 추진, 조종성, 복원성, 진동 등을 동시 고려한 선형 선정
- Double Bottom Height, FPT 길이 등 Rules & Regulation 만족 여부 검토

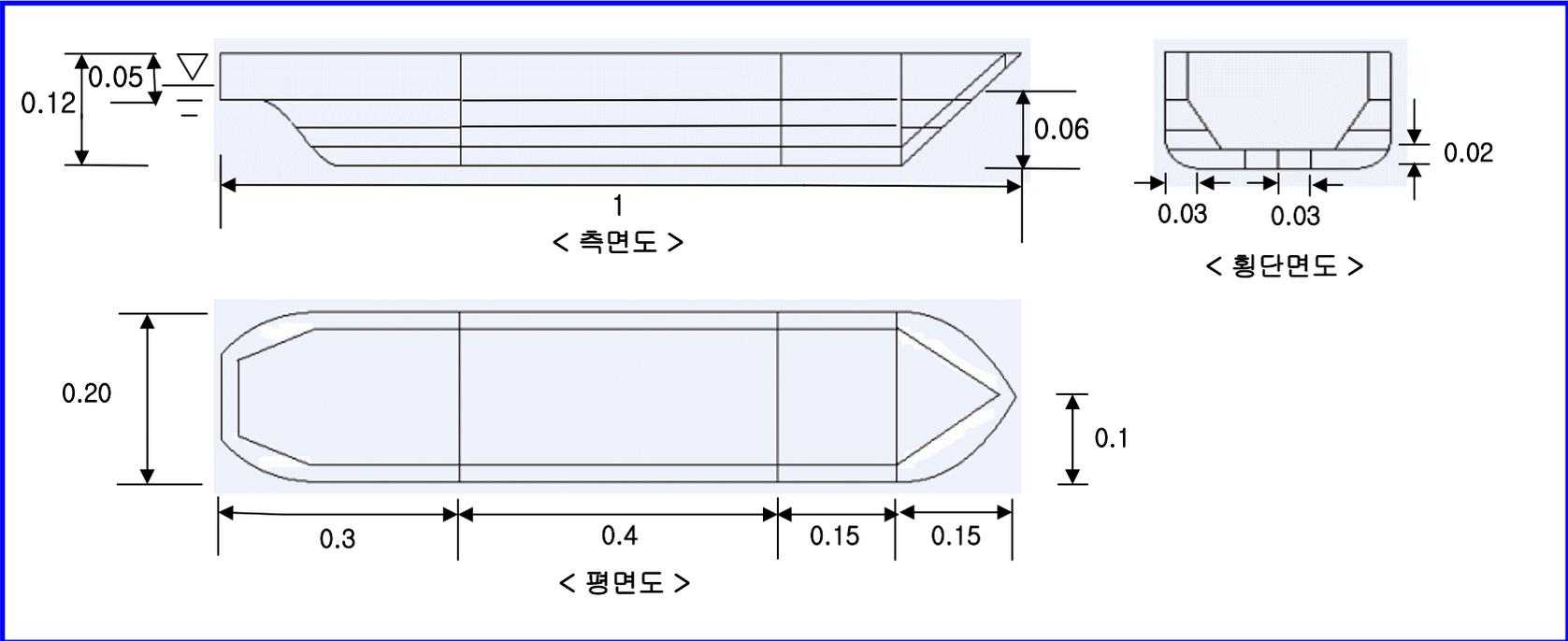


# 3. 선박의 기본설계 과정

## 3.7. 개략 일반 배치도 작성(3/3)

6. 선형설계
7. 개략 일반 배치도
8. 구획배치
9. 구조설계

개략적인 일반 배치도 작성 - 모형선박의 예

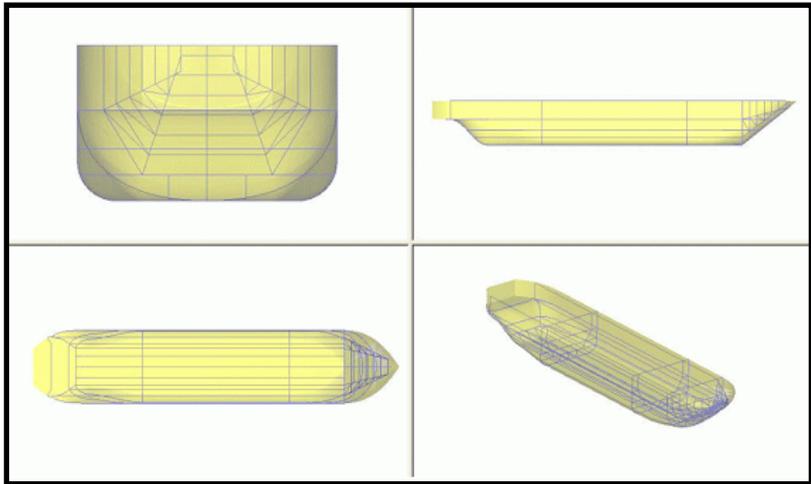


# 3. 선박의 기본설계 과정

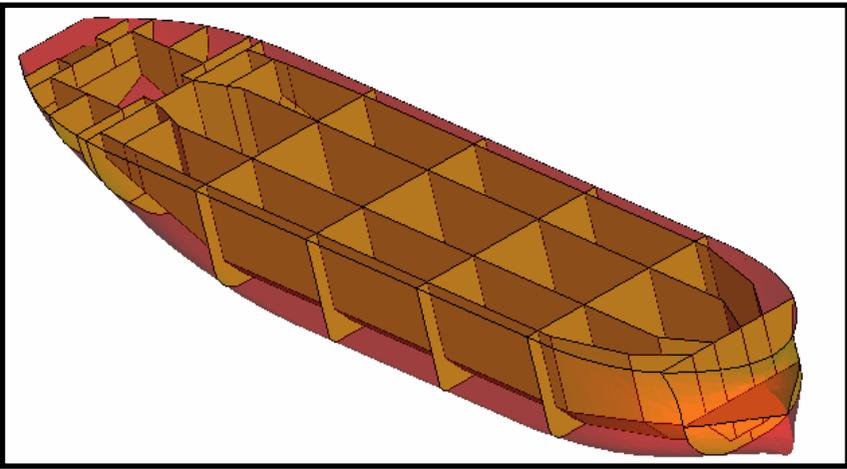
## 3.8. 구획배치

6. 선형설계
7. 개략 일반 배치도
8. 구획배치
9. 구조설계

- 작성한 개략 일반배치도를 바탕으로 구획 배치
- 선박 구획 설계 CAD 시스템을 이용
- 간단한 선박계산(Trim계산, 배수량 계산,...)
- 제작에 필요한 도면 생성



모형선박의 구획모델링 예



선박 구획 설계 CAD 시스템을 템을 이용한 320K VLCC<sup>1)</sup>의 구획모델링 예

1) 320K VLCC : 320,000 ton Very Large Crude Oil Carrier[초대형 유조선]

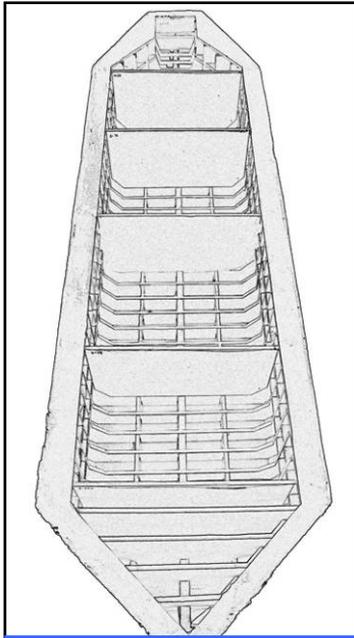


# 3. 선박의 기본설계 과정

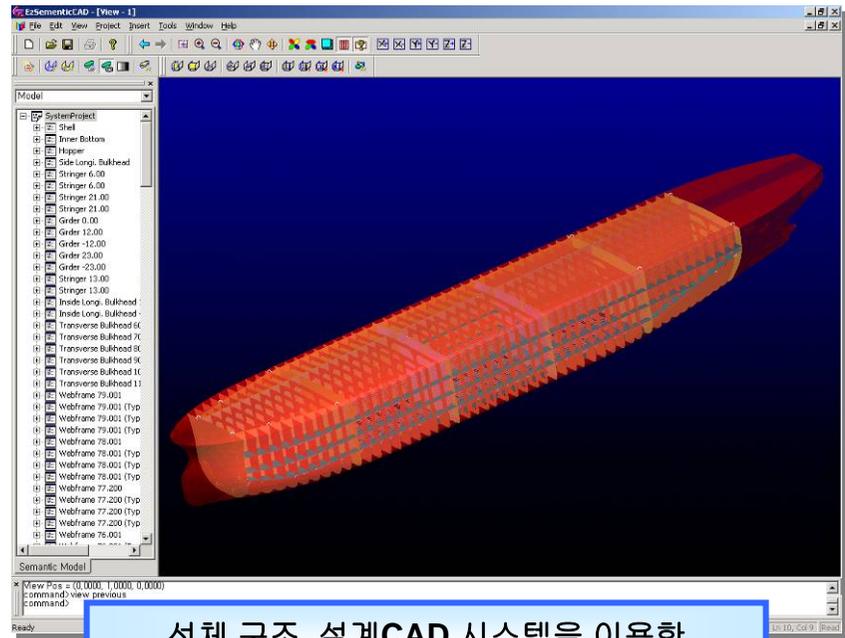
## 3.9. 구조설계

6. 선형설계
7. 개략 일반 배치도
8. 구획배치
9. 구조설계

- Frame 간격을 결정
- 개략적으로 중요 구조 부재들을 모델링
- 선체 구조 설계 CAD 시스템을 이용



개략적인 모형선박 구조 모델링 예



선체 구조 설계CAD 시스템을 이용한 320K VLCC의 구조 모델링 예



## 4. 모형선박 선체부 제작 예시

- 4.1. 선체부 간략 소개
- 4.2. 주요치수 결정
- 4.2. 선형 설계
- 4.3. 개략 일반 배치도(G/A) 작성
- 4.4. 구획배치
- 4.5. 구조 부재의 도면 생성
- 4.6. Nesting 및 Cutting
- 4.7. 각 부재의 조립
- 4.8. 선체 외판의 접합
- 4.9. 선체 외판 방수 처리 (Putty & Painting)
- 4.10. Rudder 및 추진부 설치



# 4. 모형선박 선체부 제작 예시

## 4.1. 선체부 간략 소개



- ☑ 선형
  - 단동선의 단순한 선형 채택
  
- ☑ 선체 특징
  - 두 개의 Cargo Hold
  - 에폭시<sup>1)</sup>를 이용한 방수
  
- ☑ 재료
  - Foam board, 에폭시, 유성페인트 등

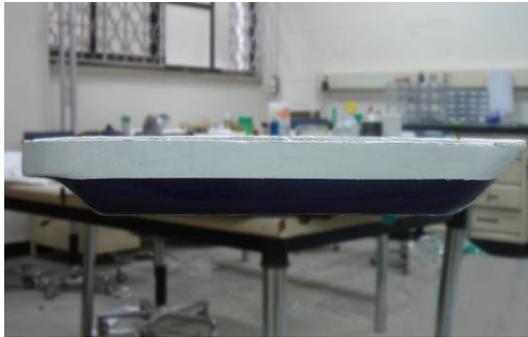
1) 에폭시 : 접착, 방수 성질을 가지는 합성 수지

서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 4. 모형선박 선체부 제작 예시

## 4.2. 주요치수 결정



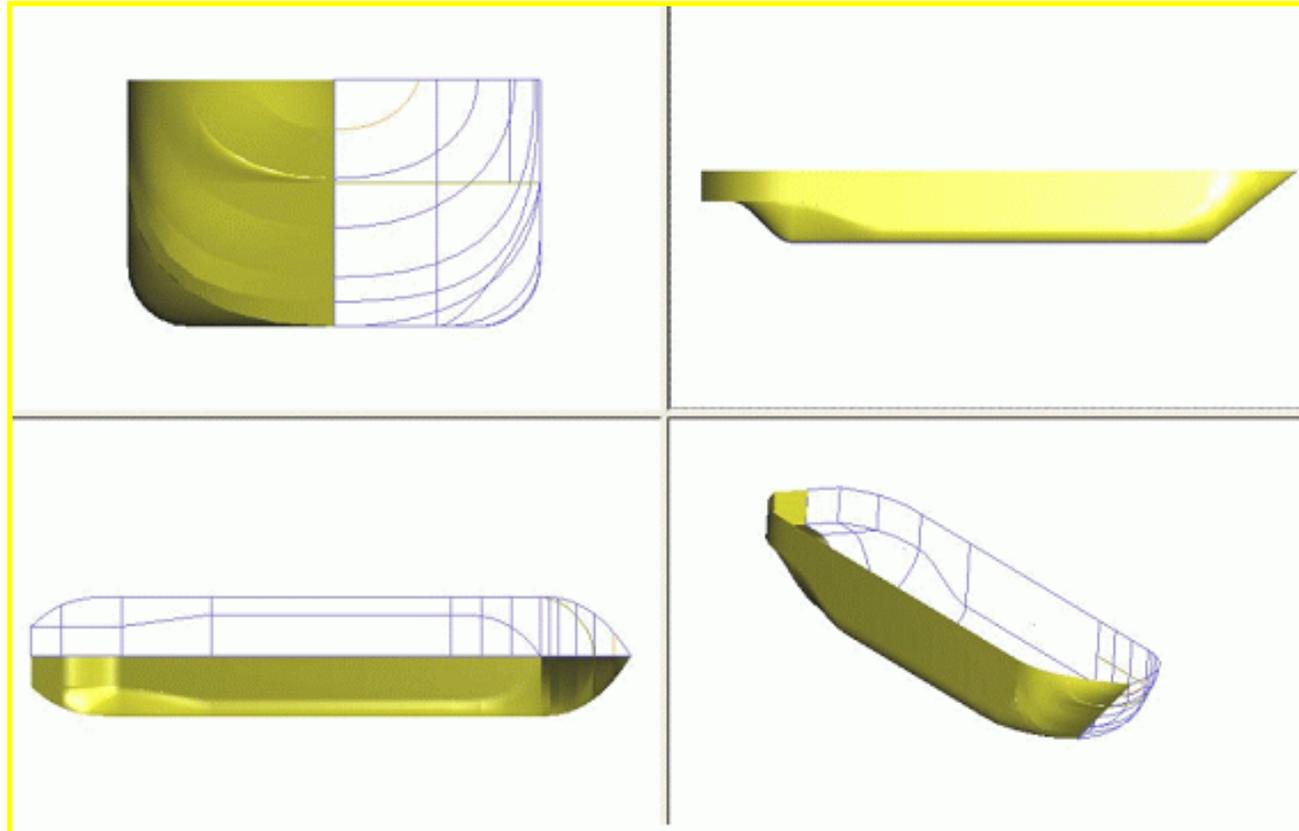
- ☑ 주요치수 결정 시 고려할 사항
  - 선박의 재화중량(DWT) 및 배수량
  - 주요치수 비(L/B, B/T, L/D,  $C_b$ )
  
- ☑ 주요치수 결정
  - 배수량(Displacement, 선박의 전체 중량)
    - DWT + LWT
  - 재화중량(DWT)
    - 6kg
  - 경하중량(LWT)
    - 선각중량 + 기관부 중량(추진부 및 수신부)
  - L, B, D, T,  $C_b$ 
    - L, B, D, T: 일반적인 선체 비를 따름
    - $C_b$ : 선종에 따라 다름



# 4. 모형선박 선체부 제작 예시

## 4.2. 선형 설계(1/2)

- ☑ G/A 를 고려하여 개략선형 설계<sup>1)</sup>
- ☑  $C_b$  [방형계수] 값 확인



1) 선형설계 CAD 시스템을 사용



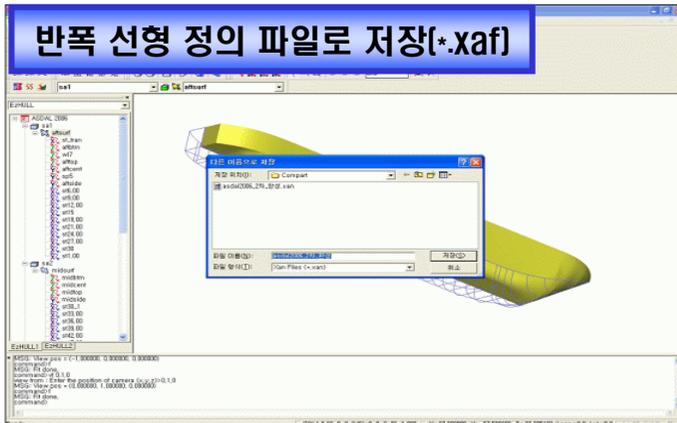
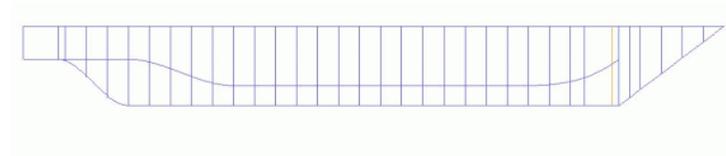
# 4. 모형선박 선체부 제작 예시

## 4.2. 선형 설계(2/2)

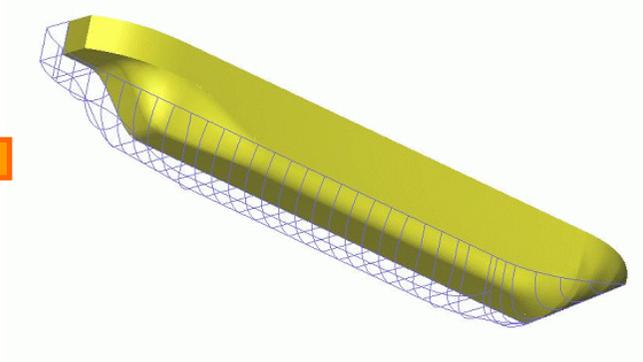
Boundary Line 작성



Section Line 작성



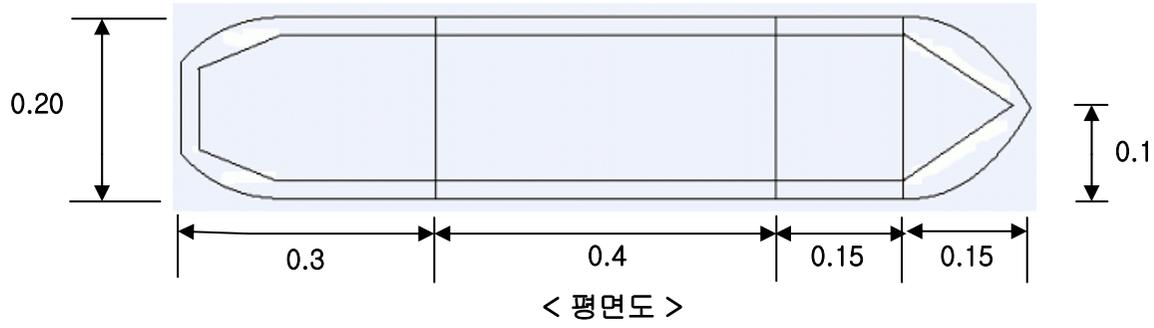
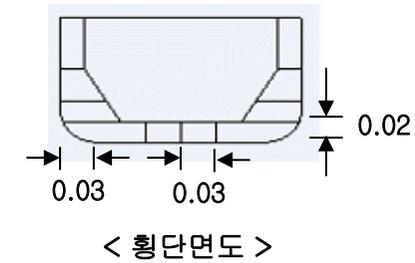
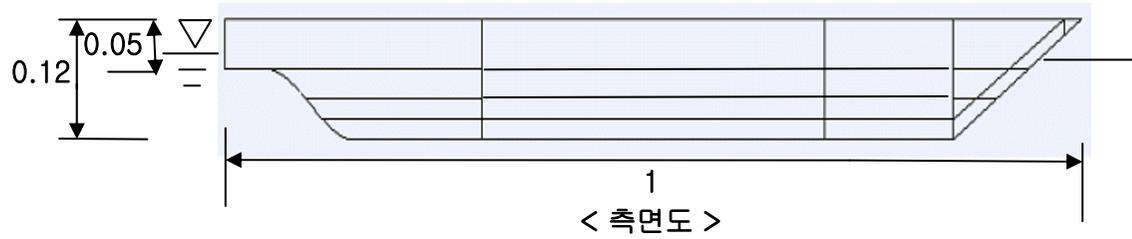
Mesh 생성



# 4. 모형선박 선체부 제작 예시

## 4.3. 개략 일반 배치도(G/A) 작성

- ☑ G/A 작성의 내용
  - 구획 설정
  - Cargo hold, Engine Room, Steering gear room, ...
  - Rudder와 Propeller 위치 및 크기 고려



주요치수		설계선
주요요목(m)	L	1.00
	B	0.20
	D	0.12
	T	0.06
경하중량(kg)		2.00
재화중량(kg)		6.18
배수량(kg)		8.18
방형계수(C <sub>b</sub> )		0.682

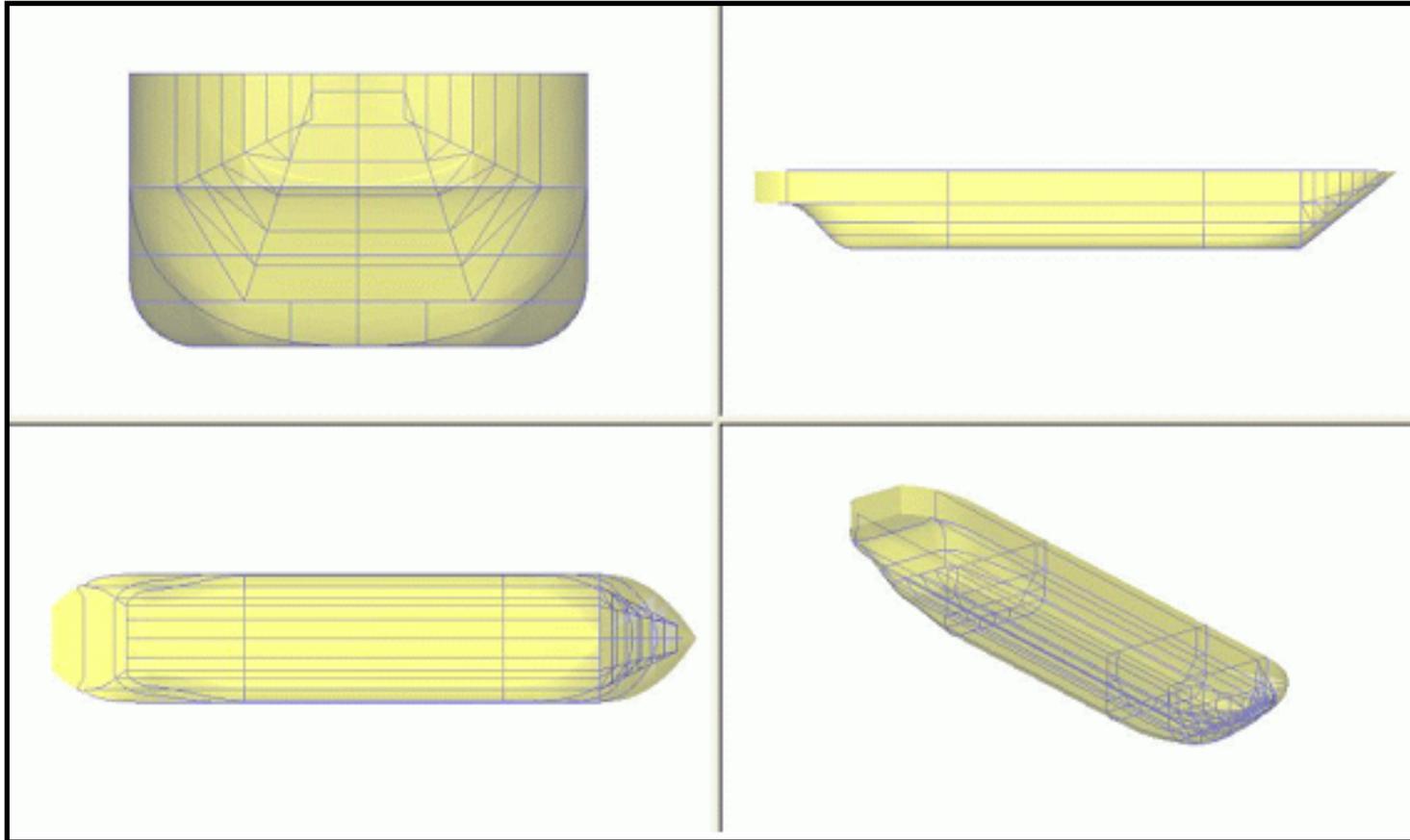
모형선박 일반 배치도 예



# 4. 모형선박 선체부 제작 예시

## 4.4. 구획배치(1/2)

- ☑ 작성한 선형을 바탕으로 구획 모델링<sup>1)</sup>



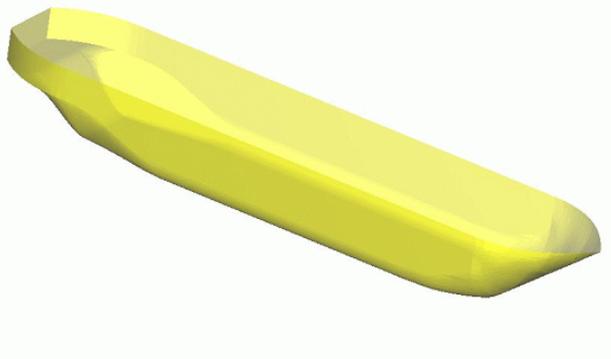
1) 선박 구획 설계 CAD 시스템을 사용



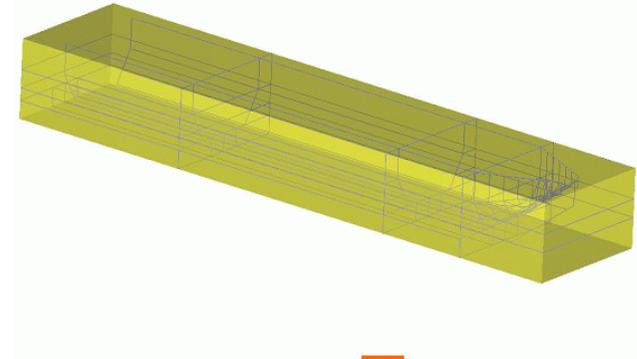
# 4. 모형선박 선체부 제작 예시

## 4.4. 구획배치(2/2)

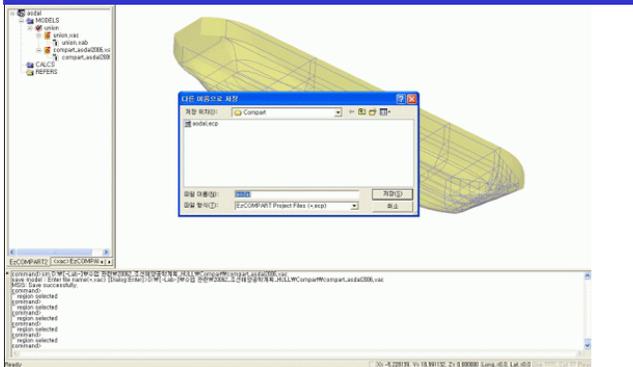
전폭 선형 생성



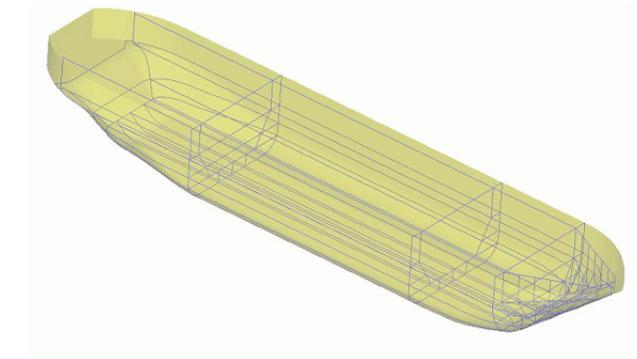
Box 생성



구획을 포함한 전폭 선형 이진 파일(\*.xac)



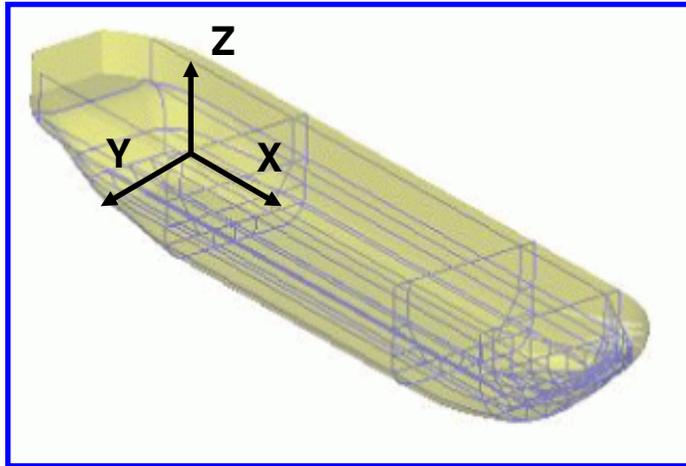
구획을 포함한 선형 생성



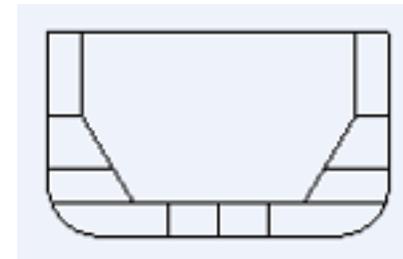
# 4. 모형선박 선체부 제작 예시

## 4.5. 구조 부재의 도면 생성(1/2)

- ☑ 선체 구조 설계 CAD시스템을 이용하여 구조 부재가 배치될 단면 생성
- ☑ 실제 치수 도면을 위해 .dxf 파일로 export



X = 50 위치  
단면 생성



X = 50 에서의 도면

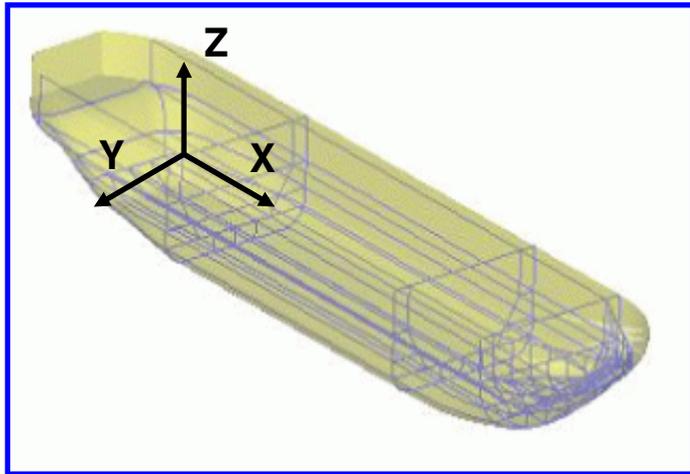
.dxf 포맷으로 저장

단면 생성 예

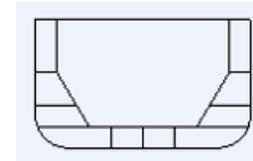


# 4. 모형선박 선체부 제작 예시

## 4.5. 구조 부재의 도면 생성(2/2)

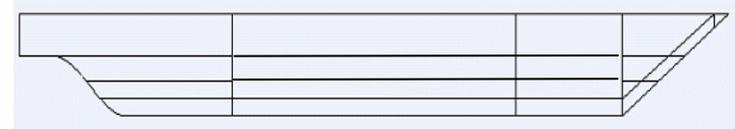


X = 50 위치  
단면 생성



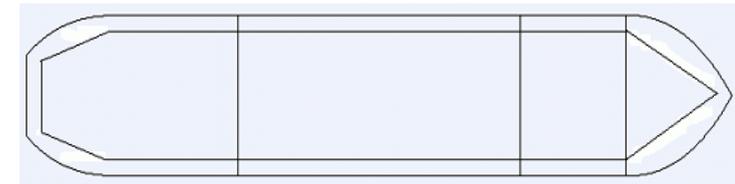
X = 50 에서의 도면

Y = 0 위치  
단면 생성



Y = 0 에서의 도면

Z = 12 위치  
단면 생성



Z = 12에서의 도면



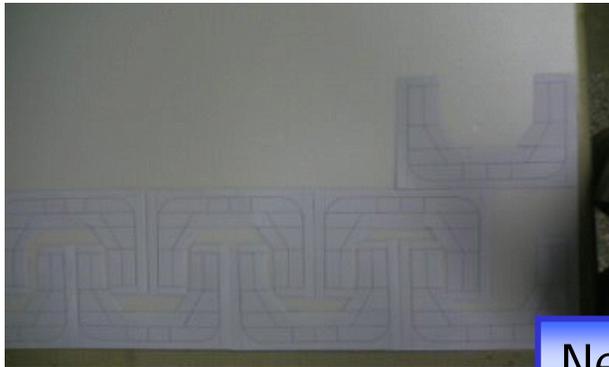
단면생성 예



# 4. 모형선박 선체부 제작 예시

## 4.6. Nesting 및 Cutting

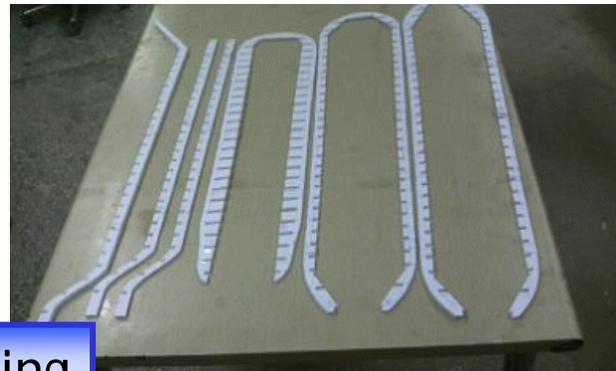
- ☑ 판재료를 효율적으로 사용하기 위해 Nesting을 함
- ☑ Nesting된 재료를 Cutting함
- ☑ 필요한 재료 및 도구 : Foam board, 도면, 칼, 자



Nesting



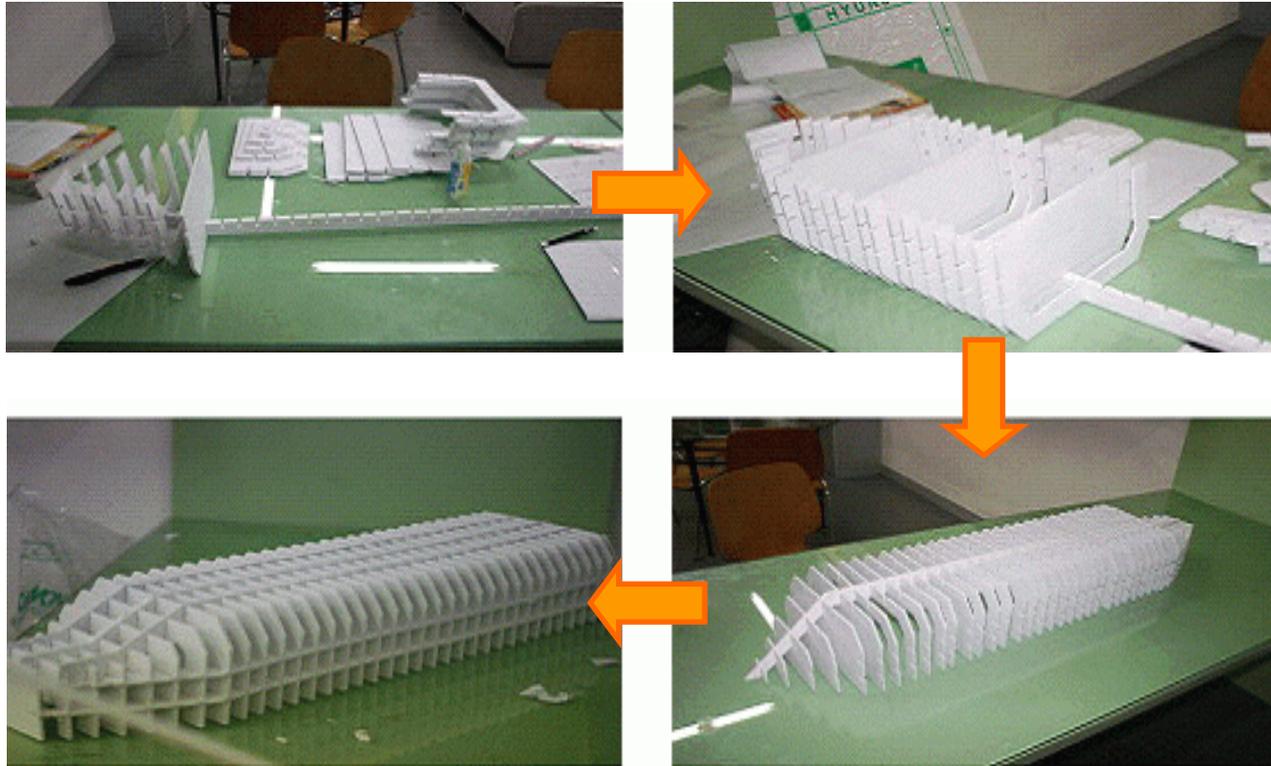
Cutting



# 4. 모형선박 선체부 제작 예시

## 4.7. 각 부재의 조립

- ☑ 선박의 골격(뼈대)를 조립
- ☑ 필요한 재료 및 도구 : Foam board 접착제



## 4. 모형선박 선체부 제작 예시

### 4.8. 선체 외판의 접합

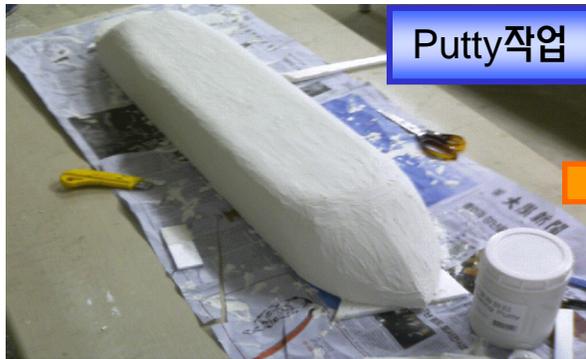
- ☑ 선박의 골격위에 피부에 해당하는 외판을 접합
- ☑ 필요한 재료 및 도구 : Foam board, Foam board용 접착제, 접착 테이프



# 4. 모형선박 선체부 제작 예시

## 4.9. 선체 외판 방수 처리 (Putty & Painting)

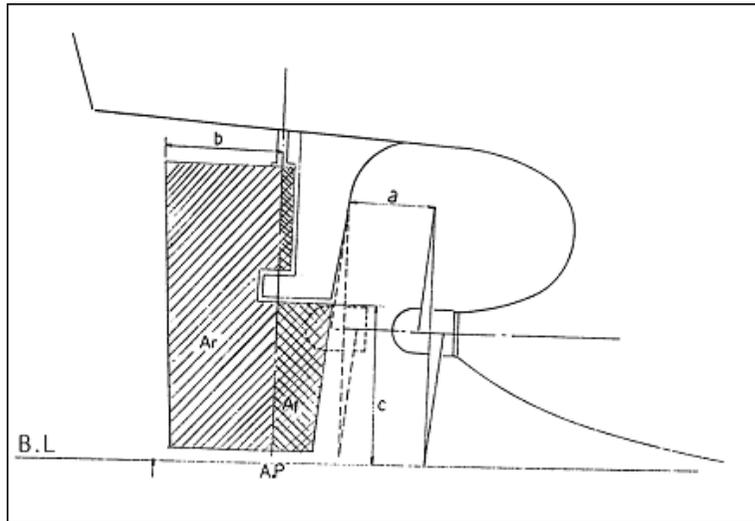
- ☑ Putty로 선체표면에 도포한 뒤 사포로 표면을 매끄럽게 함
- ☑ 에폭시로 방수처리 후 도장
- ☑ 필요한 재료 및 도구 : Putty, 에폭시, 사포, 유성페인트



# 4. 모형선박 선체부 제작 예시

## 4.10. Rudder 및 추진부 설치(1/2)

- ☑ Motor - Shaft - Propeller를 차례대로 설치
- ☑ Rudder의 제작



- Aspect Ratio - Rudder의 가로 : 세로 = 2 정도가 적절
- 타 면적  $A_r$ 은 DnV<sup>1)</sup> 타 면적 추정식을 참조하여 구함

$$\frac{A_r}{L \cdot T} = 0.01 + 0.5 \left( \frac{C_b}{L/B} \right)^2$$

$A_r$ : 타 면적  
 $L$ : 선체의 길이  
 $B$ : 선체의 폭  
 $T$ : 흘수  
 $C_b$ : 방형계수

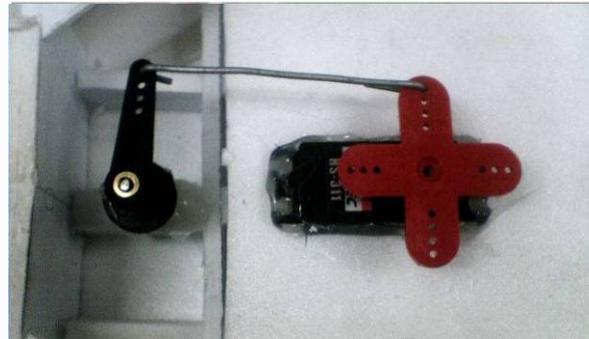
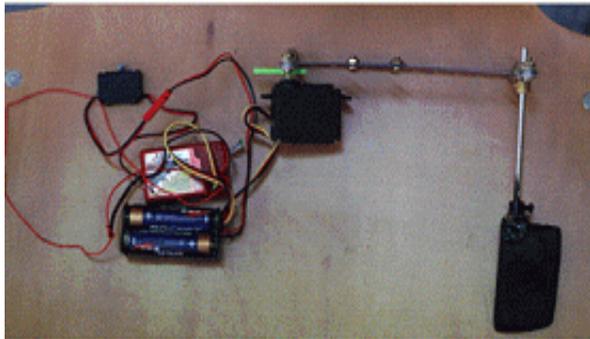
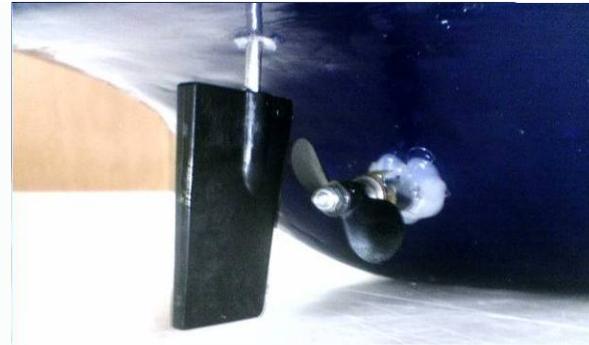
1) DnV : 노르웨이 선급



# 4. 모형선박 선체부 제작

## 4.10. Rudder 및 추진부 설치(2/2)

- ☑ Rudder 구멍을 방수 처리
- ☑ 필요한 재료 및 도구
  - Foam board, Putty, 사포, Glue gun, Silicone



# 5. 선박의 복원 성능 추정

5.1. 복원력의 개념

5.2. 선박 유체 정역학적 계산

5.3. 복원력 곡선과 복원성 기준

5.3.1. 비손상시 복원 성능

5.3.2. 손상 시 복원 성능



## 5. 선박의 복원 성능 추정

### 5.1. 복원력의 개념(1/6)

#### ☑ 복원력

- 선박이 경사하였을 때 원래의 상태로 되돌아 오려는 복원 모멘트(Righting Moment)를 말함
- 선박의 경우 경사의 방향에 따라 횡복원력과 종복원력이 존재
- 선박의 경우 횡복원력(횡복원성; Stability)이 크면 전체로서는 안정의 평형 상태에 있다고 생각하므로, 횡복원력을 복원력이라고도 함

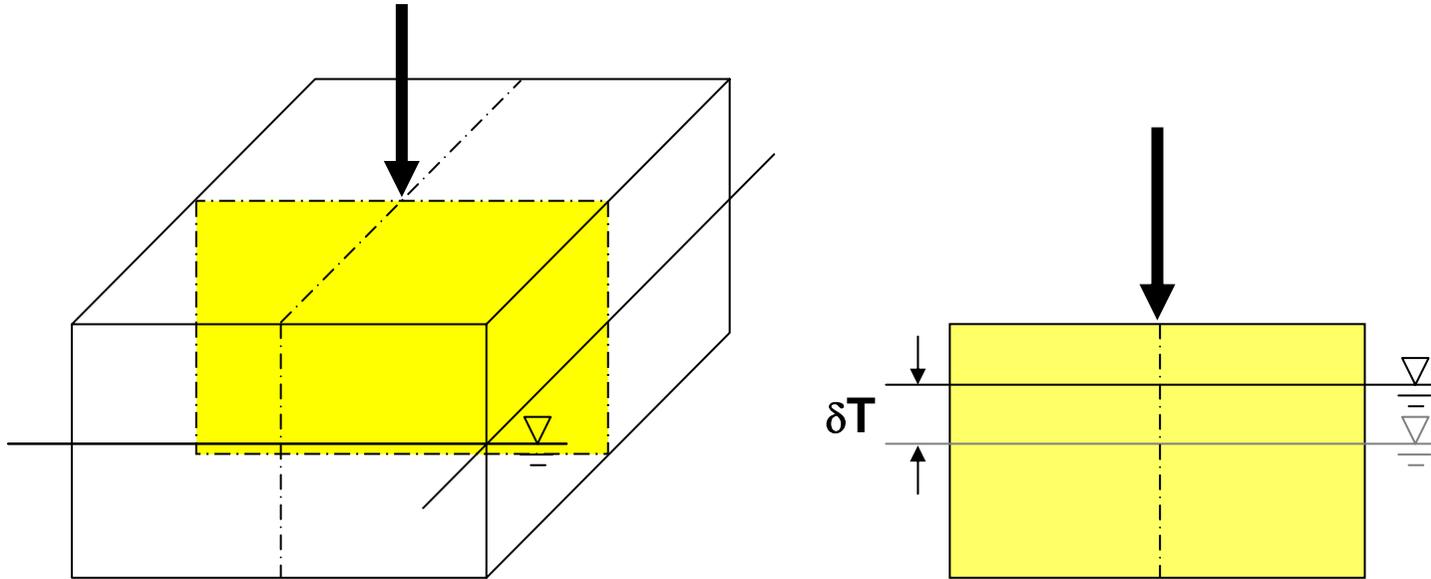


# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.1. 복원력의 개념(2/6)

선박의 자세 - 흘수 변화

외력에 의한 선박의 흘수 변화

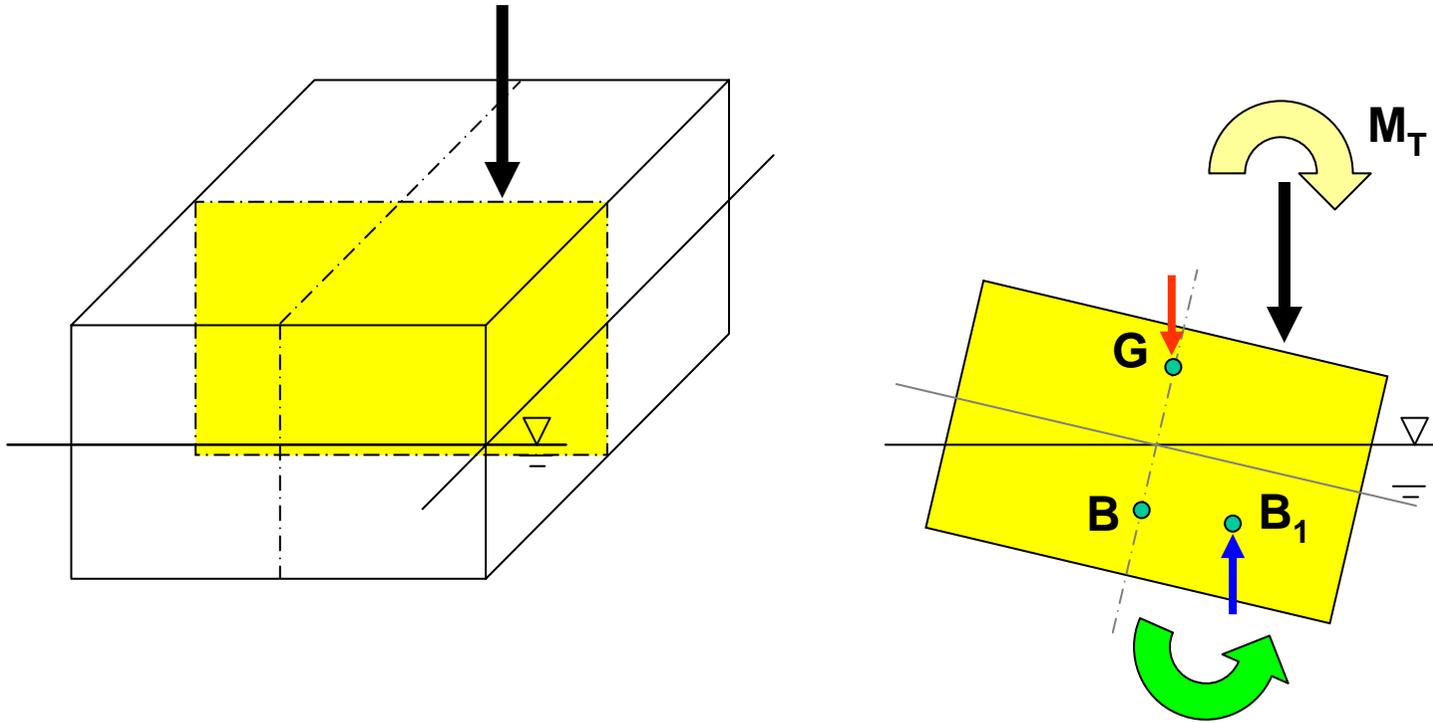


# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.1. 복원력의 개념(3/6)

선박의 자세 - 횡경사

외력에 의한 선박의 횡경사

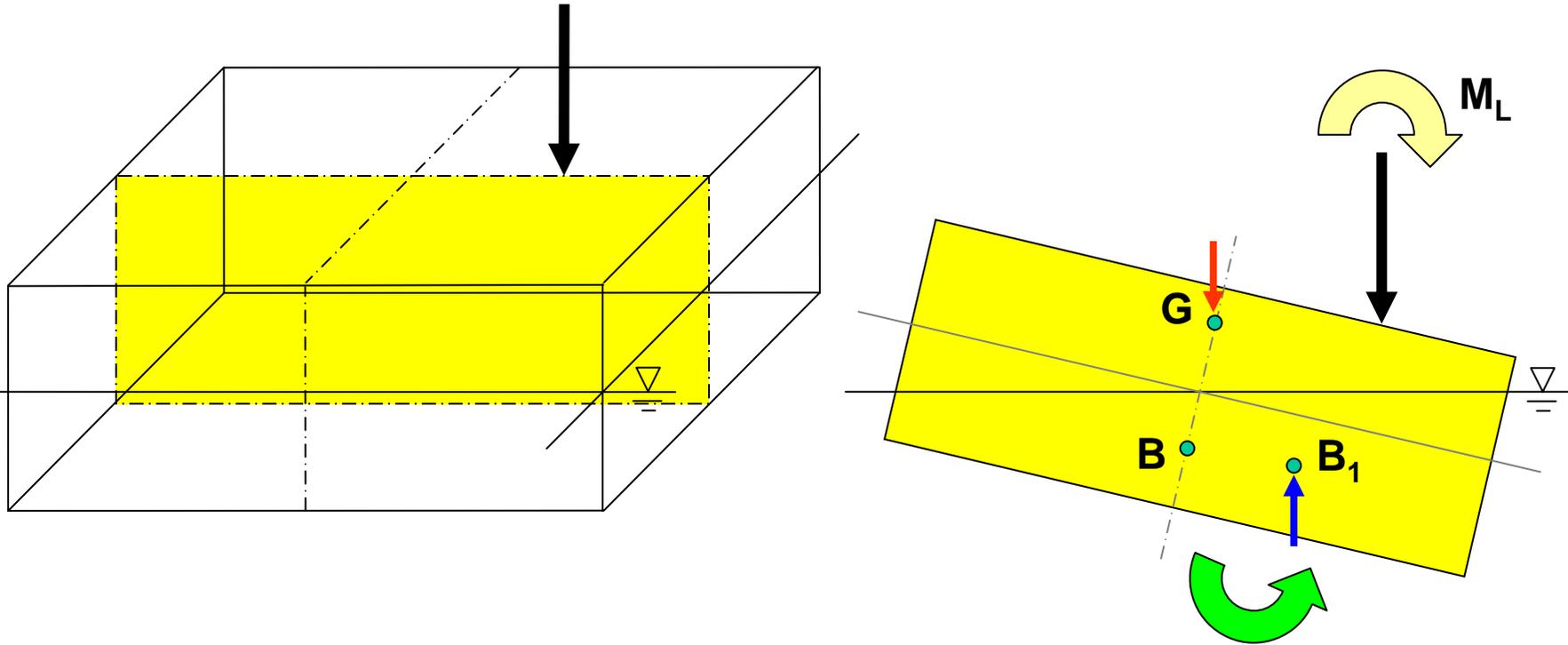


# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.1. 복원력의 개념(4/6)

선박의 자세 - 종경사

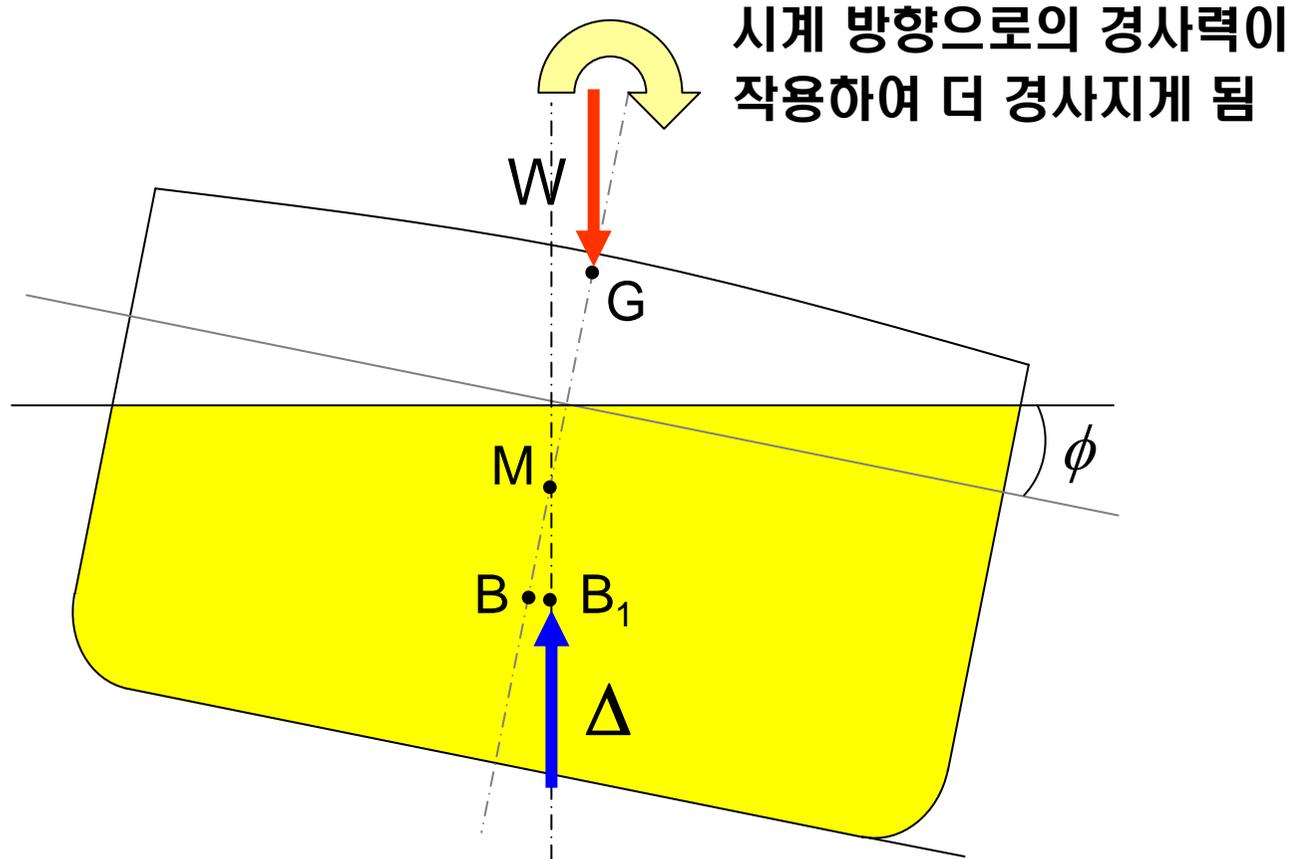
외력에 의한 선박의 종경사



# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.1. 복원력의 개념(5/6)

선박의 횡복원 안정성 - 불안정 상태



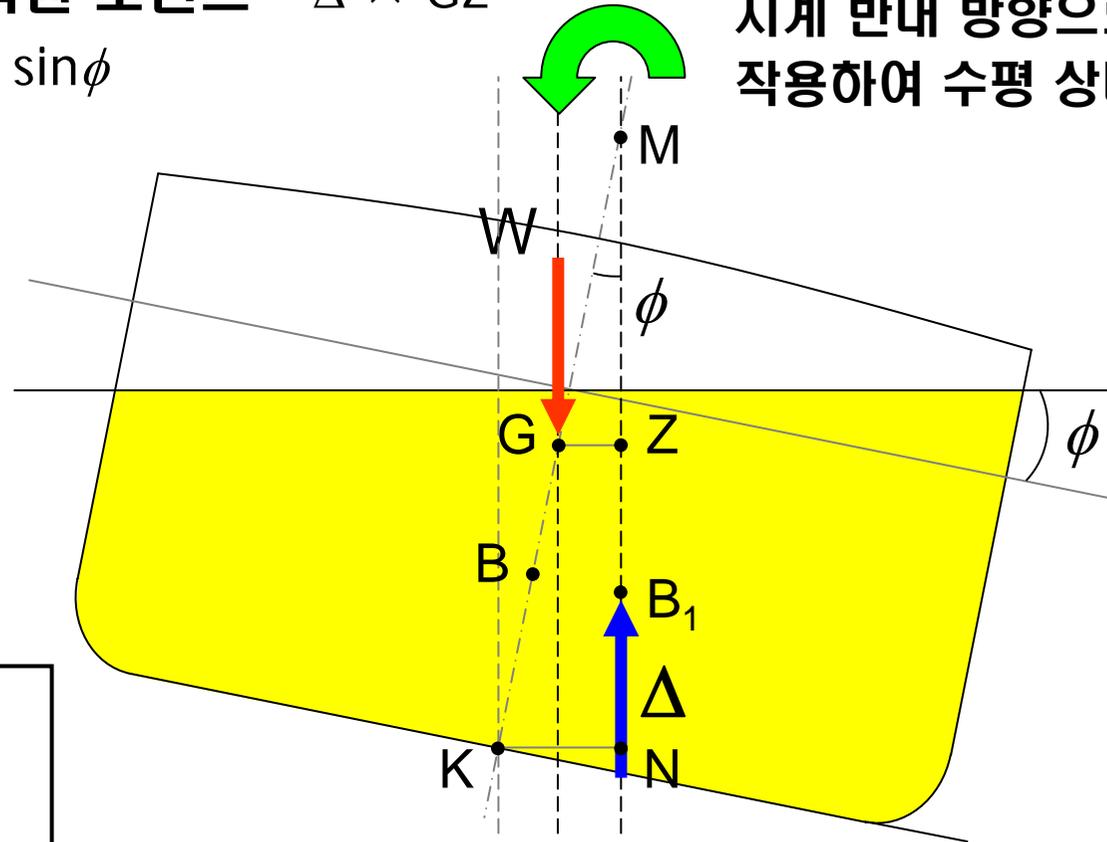
# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.1. 복원력의 개념(6/6)

선박의 횡복원 안정성 - 안정 상태

$\text{횡복원력} = \text{복원 모멘트} = \Delta \times GZ$   
 $GZ = KN - KG \sin \phi$

시계 반대 방향으로의 복원력이 작용하여 수평 상태로 되돌아감



M: 메타센터  
 GZ: 복원 아암  
 $\phi$ : 횡 경사각



## 5. 선박의 복원 성능 추정

### 5.2. 선박 유체 정역학적 계산(1/8)

#### ☑선박 유체 정역학적 계산을 위한 기본 개념

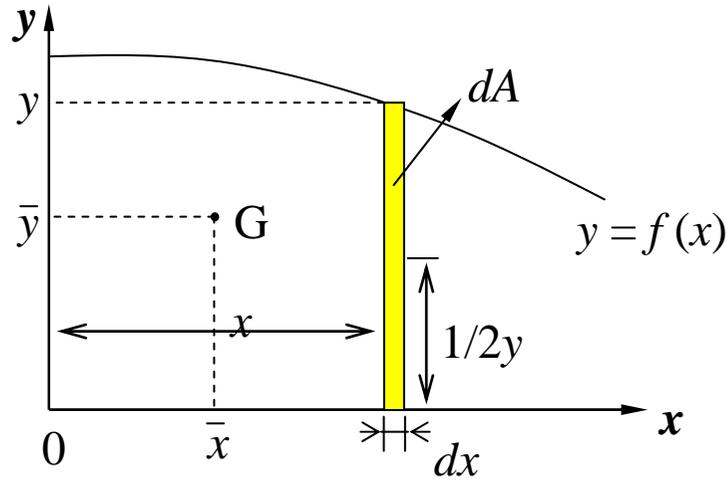
- 면적 모멘트 및 도심
- Simpson 제 1, 2법칙
- 5·8·-1, 3·10·-1 법칙
- 수선면과 관련된 항목 계산
  - 수선 면적(Waterplane Area)
  - 1cm 침하 톤수(TPC; Tonnes per 1cm Immersion)
  - 부면심(LCF; Longitudinal Center of Flotation)
  - LCF에 대한 길이 방향 면적 2차 모멘트( $I_L$ )
  - 폭 방향 면적 2차 모멘트( $I_T$ )
- 배수용적, LCB, KB 계산
- 복원성 관련 특성값 계산
  - BMT, BML
  - 종 메타센터 높이(GML)
  - 1cm 트림 모멘트(MTC)



# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.2. 선박 유체 정역학적 계산(2/8)

### 면적 모멘트 및 도심

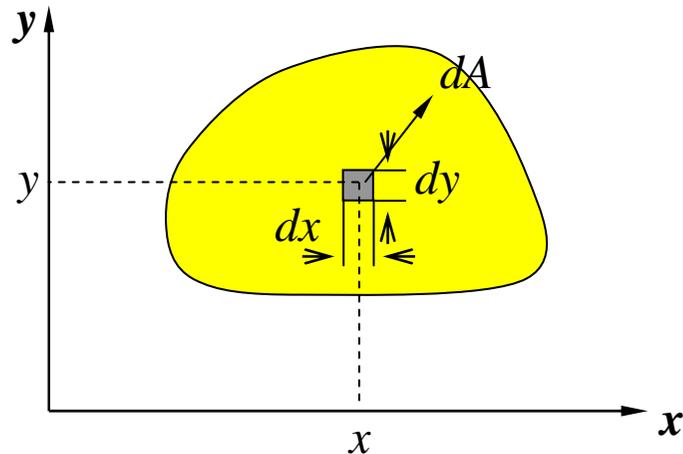


$$A = \int y dx$$

$$M_y = \int x dA = \int xy dx$$

$$M_x = \int \frac{1}{2} y dA = \frac{1}{2} \int y^2 dx$$

$$\therefore G \left( \bar{x} = \frac{M_y}{A}, \bar{y} = \frac{M_x}{A} \right)$$



$$I_y = \int x^2 dA = \iint x^2 dy dx = \int x^2 y dx$$

$$I_x = \int y^2 dA = \iint y^2 dy dx = \frac{1}{3} \int y^3 dx$$

G: 도심(면적 1차 모멘트 = 0)

$M_y$ : y축에 대한 면적 1차 모멘트,  $M_x$ : x축에 대한 면적 1차 모멘트

$I_y$ : y축에 대한 면적 2차 모멘트,  $I_x$ : x축에 대한 면적 2차 모멘트

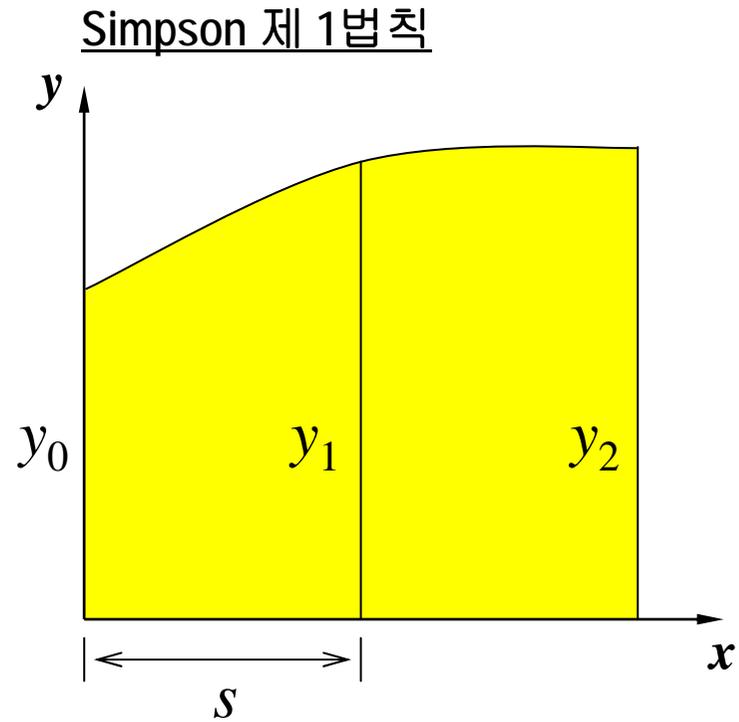
서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



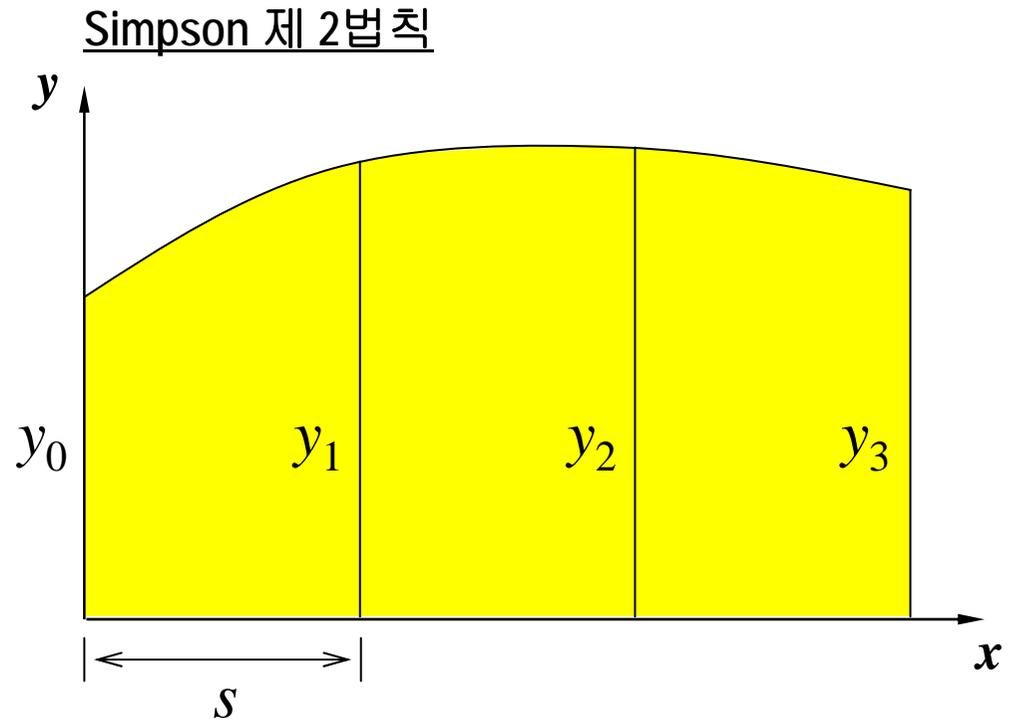
# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.2. 선박 유체 정역학적 계산(3/8)

Simpson 제 1, 2법칙



$$Area = \frac{1}{3} s(y_0 + 4y_1 + y_2)$$



$$Area = \frac{3}{8} s(y_0 + 3y_1 + 3y_2 + y_3)$$

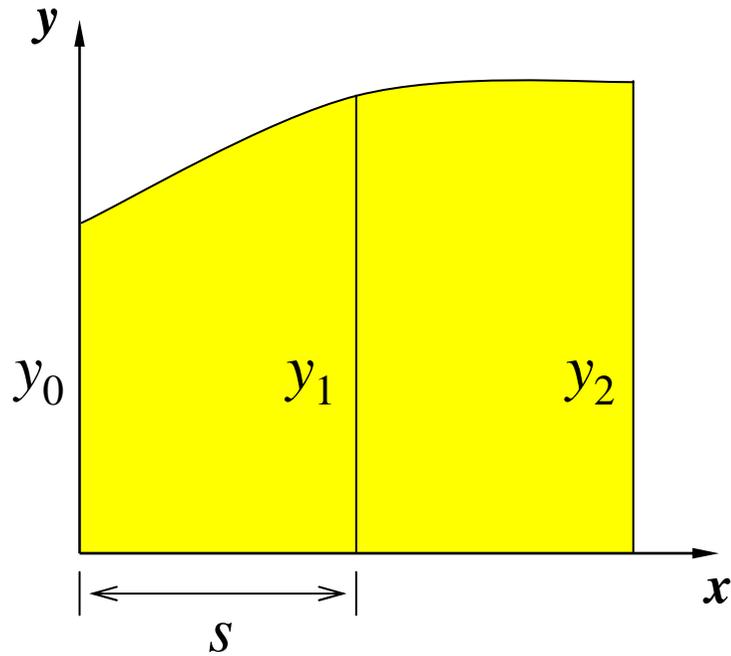


# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.2. 선박 유체 정역학적 계산(4/8)

5.8.-1 법칙과 3.10.-1 법칙

5.8.-1 법칙



$$Area = \frac{1}{12} s(5y_0 + 8y_1 - 1y_2)$$

3.10.-1 법칙

$$M_y = \frac{1}{24} s^2 (3y_0 + 10y_1 - 1y_2)$$

$$I_y = \frac{1}{120} s^3 (7y_0 + 36y_1 - 3y_2)$$



# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.2. 선박 유체 정역학적 계산(5/8)

- ☑ 수선면과 관련된 항목 계산
  - 수선 면적(Waterplane Area)

$y$ : 각 station에서의 반폭  
 $\rho_{sw}$ : 해수의 밀도(1.025[ton/m<sup>3</sup>])

$$A_{WP} = \int_0^L y dx$$

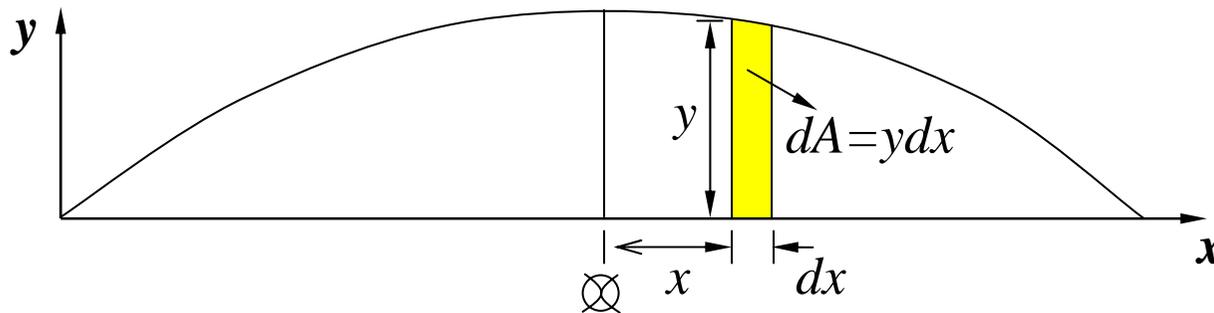
- 1cm 침하 톤수(TPC; Tonnes per 1cm Immersion)

$$TPC = A_{WP} \cdot \rho_{sw} / 100$$

- 부면심(LCF; Longitudinal Center of Flotation)

- 수선 면적의 Midship에 대한 면적 1차 모멘트( $M_{Midship}$ )을 수선 면적( $A_{WP}$ )로 나눈 것

$$M_{Midship} = \int_0^L x dA = \int_0^L xy dx, LCF = M_{Midship} / A_{WP}$$



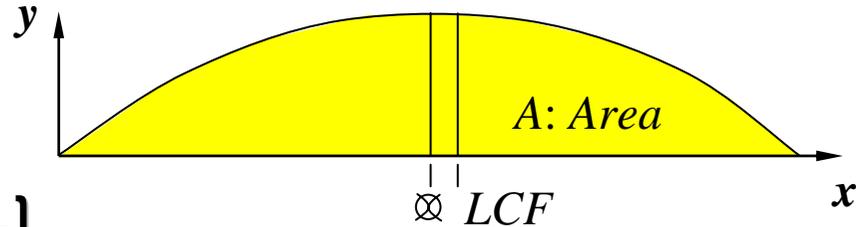
# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.2. 선박 유체 정역학적 계산(6/8)

### ■ LCF에 대한 길이 방향 면적 2차 모멘트( $I_L$ )

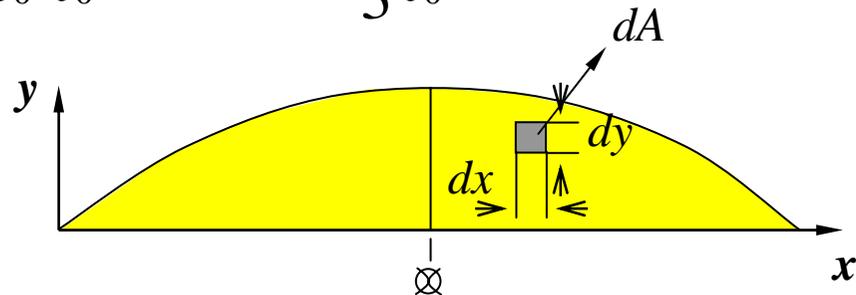
$$I_{L, Midship} = \int_0^L x^2 dA = \int_0^L x^2 y dx$$

$$I_{L, Midship} = I_L + A_{WP} (LCF - Midship)^2$$



### ■ 폭 방향 면적 2차 모멘트( $I_T$ )

$$I_T = \int_0^L \int_0^B y^2 dy dx = \int_0^L \int_0^y y^2 dy dx = \frac{1}{3} \int_0^L y^3 dx$$



# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.2. 선박 유체 정역학적 계산(7/8)

### ☑ 배수용적, LCB, KB 계산

#### ■ 배수용적

$$\nabla = \int_0^L y dx$$

#### ■ LCB(Longitudinal Center of Buoyancy)

$$M_{Midship} = \int_0^L x dA = \int_0^L xy dx$$

$$LCF = M_{Midship} / \nabla$$

#### ■ KB $M_z = \int_{B.L}^T T \cdot A_{WP}(T) dT$

$$KB = M_z / \nabla$$

y: 각 station에서의 횡단면적



# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.2. 선박 유체 정역학적 계산(8/8)

### ☑ 복원성 관련 특성값 계산

#### ■ BMT, BML

$$BM_T = I_T / \nabla, BM_L = I_L / \nabla$$

#### ■ 종 메타센터 높이(GML)

$$GM_L = KB + BM_L - KG$$

#### ■ 1cm 트림 모멘트(MTC)

$$MTC = \frac{\Delta \cdot GM_L}{100L}$$

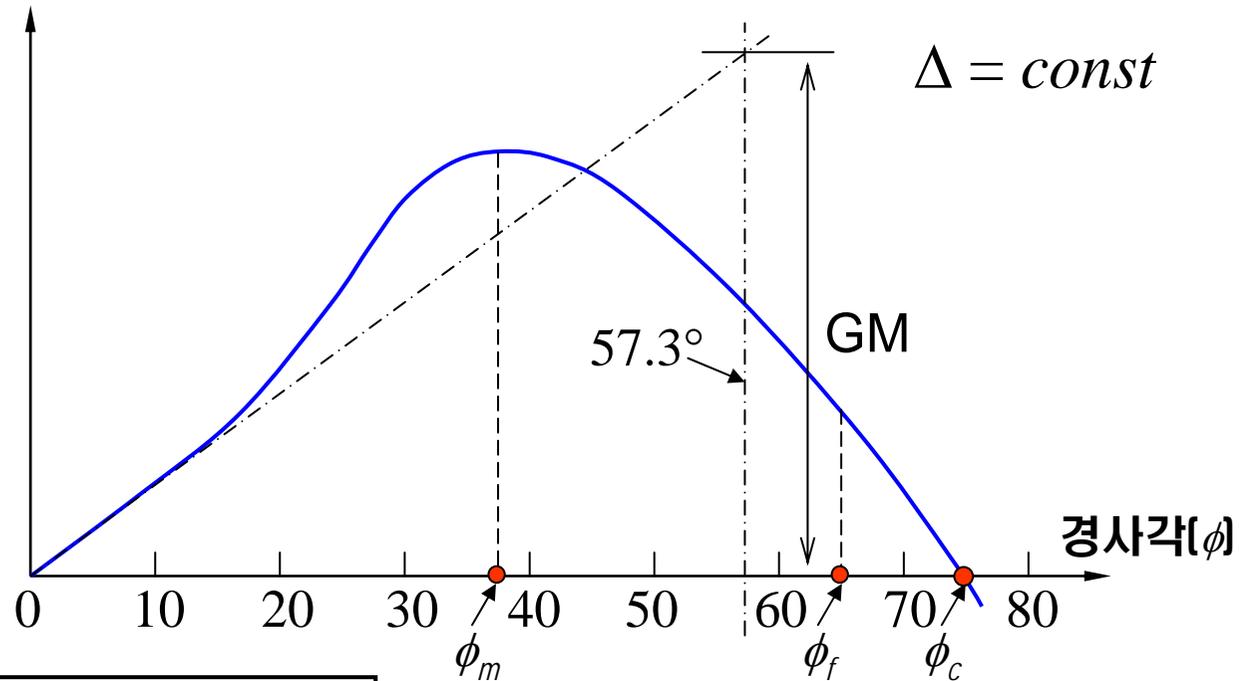


# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.3. 복원력 곡선과 복원성 기준(1/3)

### 복원력 곡선

복원 아암 정복원력 곡선(Static Stability Curve)  
(GZ)



$\phi_c$ : 양(+)  
의 복원력의 한계, 복원력 소실 각도  
 $\phi_m$ : 최대 복원성 각도  
 $\phi_f$ : 해수 유입 각도

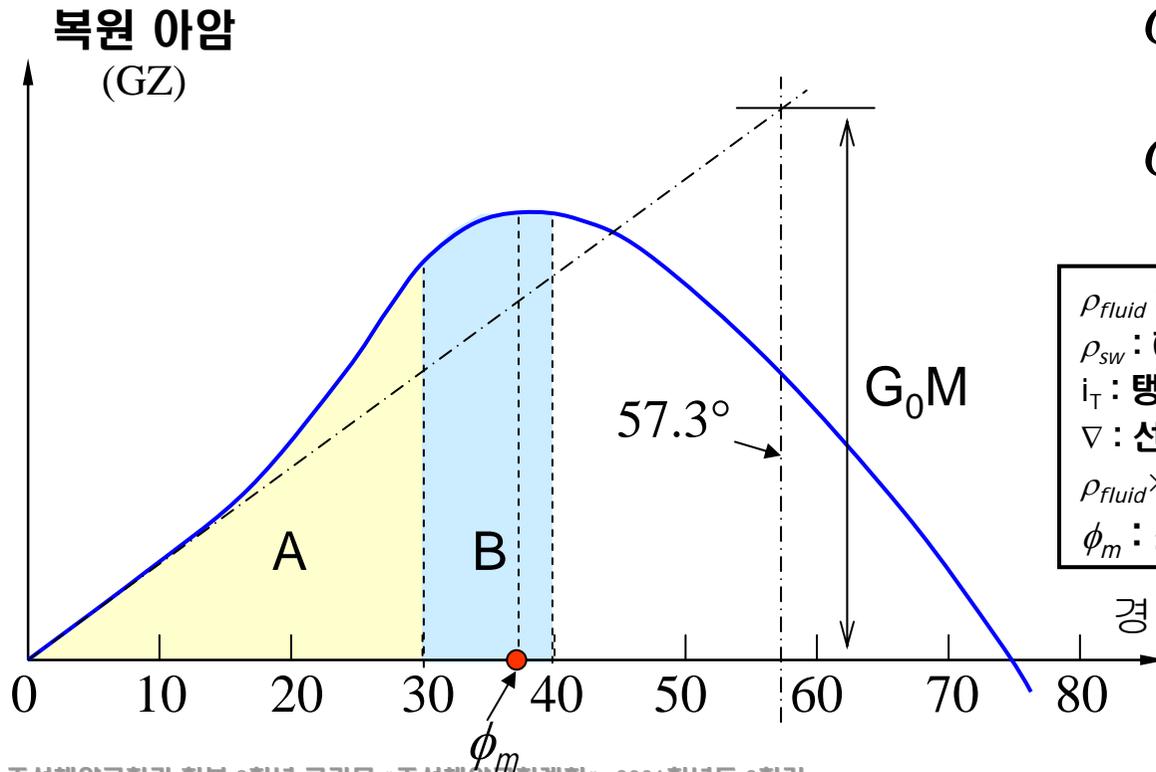


# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.3. 복원력 곡선과 복원성 기준(2/3)

### 5.3.1. IMO 비손상시 복원성 요구 조건

$A \geq 0.055$  [m·rad],  $A+B \geq 0.09$  [m·rad],  $B \geq 0.03$  [m·rad],  $GZ(\phi \geq 30^\circ) \geq 0.2$  [m],  
 $\phi_m \geq 25^\circ$ ,  $G_0M \geq 0.15$  [m]



$$G_0M = GM - GG_0$$

$$GG_0 = \frac{\rho_{fluid}}{\rho_{sw}} \cdot \frac{i_T}{\nabla}$$

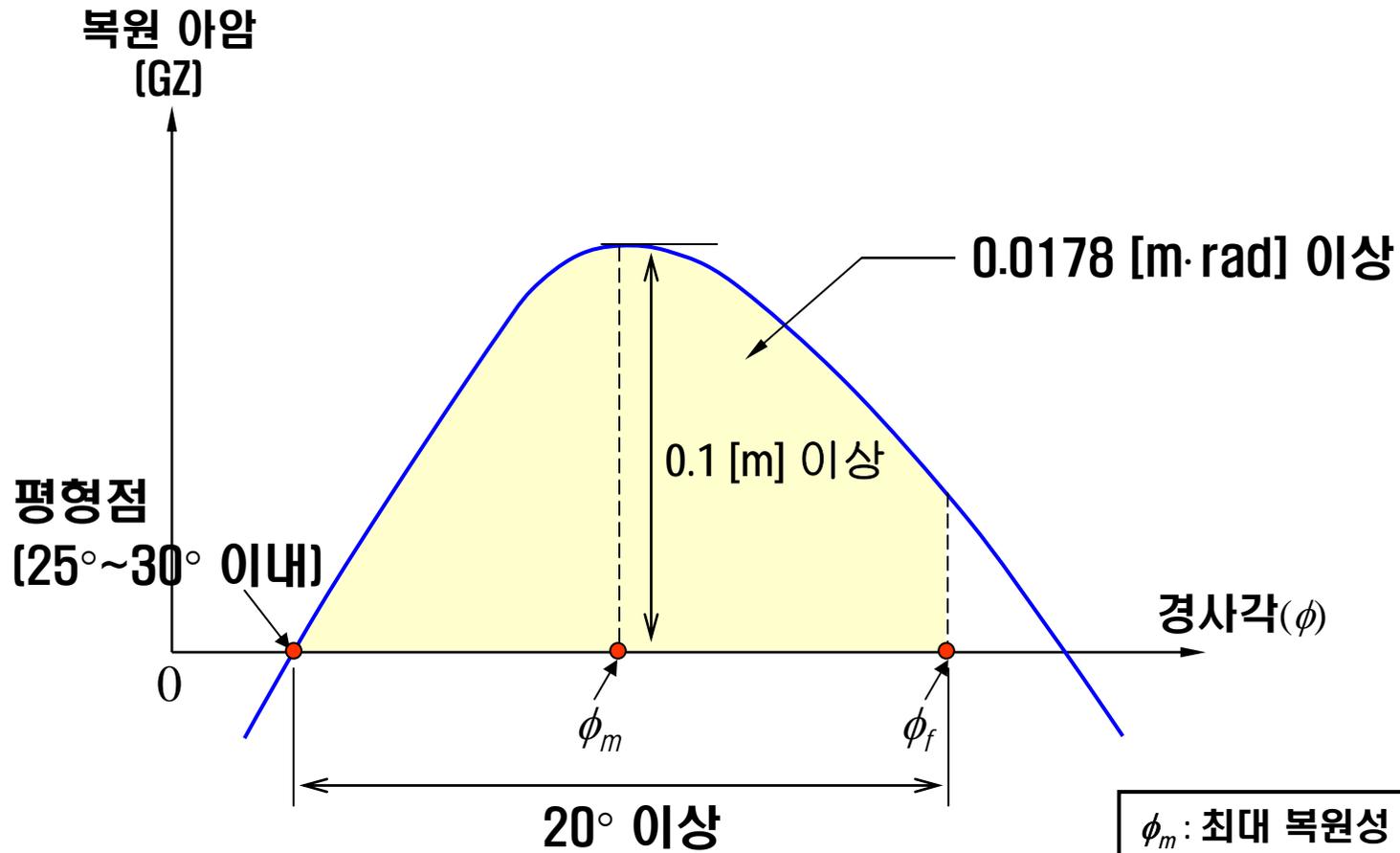
$\rho_{fluid}$ : 탱크 내 유체의 밀도  
 $\rho_{sw}$ : 해수의 밀도  
 $i_T$ : 탱크의 횡단면적의 2차 모멘트 [m<sup>4</sup>]  
 $\nabla$ : 선박의 배수용적  
 $\rho_{fluid} \times i_T$ : Free Surface Moment [Mg·m]  
 $\phi_m$ : 최대 복원성 각도



# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.3. 복원력 곡선과 복원성 기준(3/3)

### 5.3.2. MARPOL의 손상 후 복원성 요구 조건



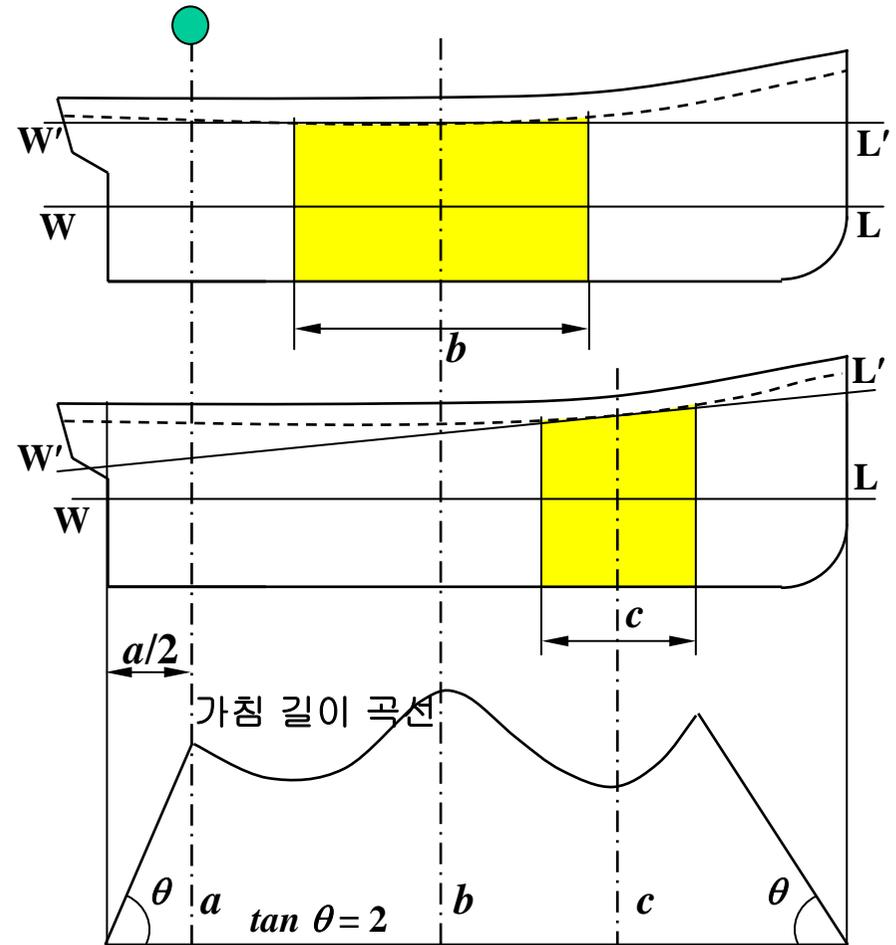
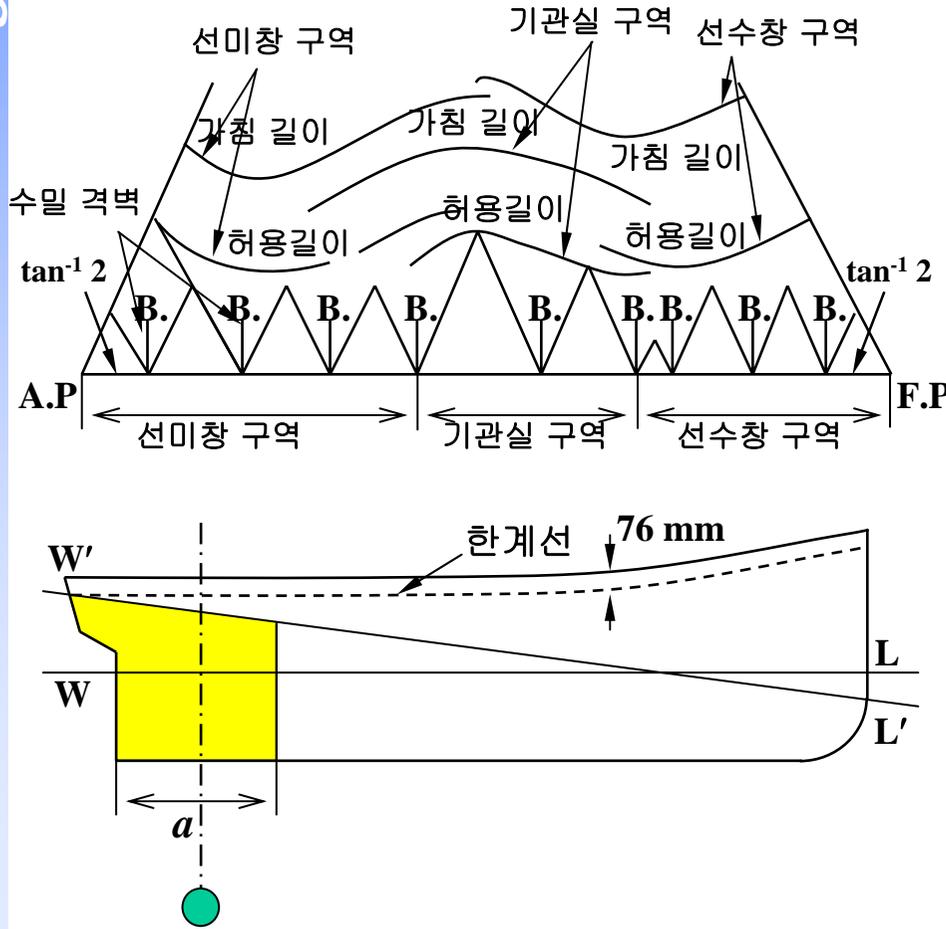
$\phi_m$ : 최대 복원성 각도  
 $\phi_f$ : 해수 유입 각도



# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.4. 손상 시 복원 성능(1/3)

가침 길이 곡선과 허용 길이 곡선

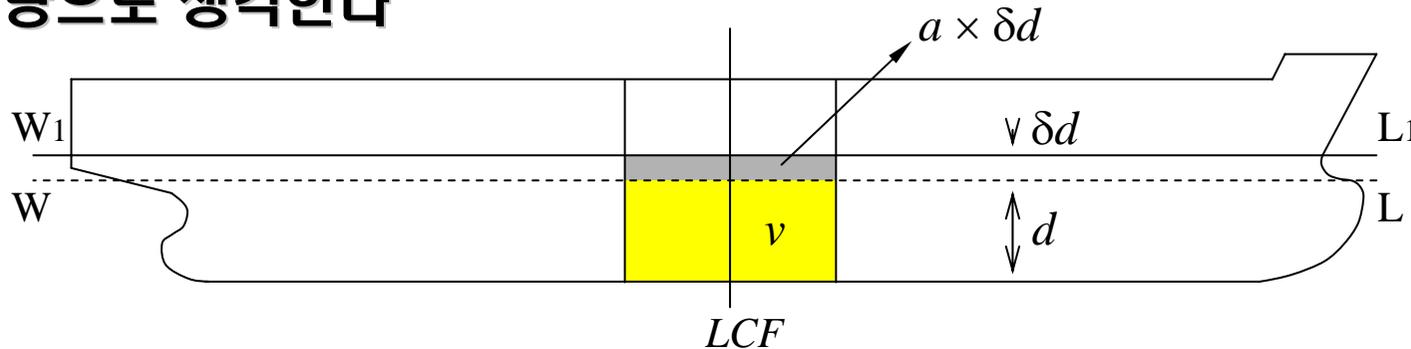


# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.4. 손상 시 복원 성능(2/3)

### ☑ 중량 부가법

- “침수 구획에 들어오는 해수는 그 선박에 부가적으로 적재되는 중량으로 생각한다”



구획 침수에 의한 해수의 중량  $w = (v + a \cdot \delta d) \cdot 1.025$

침하에 의한 부력 증가  $b = A_{WP} \cdot \delta d \cdot 1.025$

구획 침수에 의한 해수의 중량 증가(w)와 침하에 의한 부력의 증가(b)는 동일

$$(v + a \cdot \delta d) \cdot 1.025 = A_{WP} \cdot \delta d \cdot 1.025$$

구획 침수에 의한 흘수 변화량

$$\delta d = \frac{v}{A_{WP} - a}$$

➔ 선박의 중량과 중심은 변하고 수선 면적은 변하지 않는다고 가정

$A_{WP}$ : 전체 수선 면적  
 (침수 구획의 수선 면적 포함)  
 $a$ : 침수 구획의 수선 면적  
 $d$ : 침수 이전의 흘수  
 $\delta d$ : 침수에 의한 흘수 증가  
 $v$ : 수선 WL 이하의 구획 용적

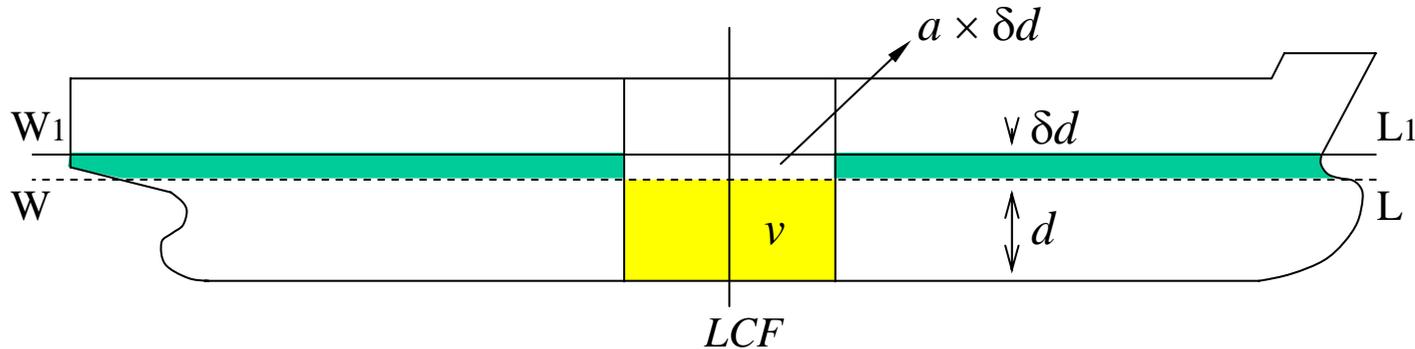


# 5. 선박의 복원 성능 추정

## 5.4. 손상 시 복원 성능(3/3)

### ☑ 부력 손실법

- “구획이 침수되면 침수된 공간의 부력은 손실된 것으로 보며, 이 손실된 부력은 선박이 새로운 수선까지 침하함으로써 다시 회복하게 된다”



손실된 부력(침수된 구획에 들어오는 해수를 바다의 일부로 생각할 경우)

$$v = (A_{WP} - a) \cdot \delta d$$

$A_{WP}$ : 전체 수선 면적  
 (침수 구획의 수선 면적 포함)  
 $a$ : 침수 구획의 수선 면적  
 $d$ : 침수 이전의 흘수  
 $\delta d$ : 침수에 의한 흘수 증가  
 $v$ : 수선 WL 이하의 구획 용적

➔ 선박의 중량과 중심 그리고 배수량은 변하지 않고 수선 면적은 변한다고 가정



# 6. 제어기 제작을 위한 전기 이론

6.1. 개요

6.2. Controller Diagram

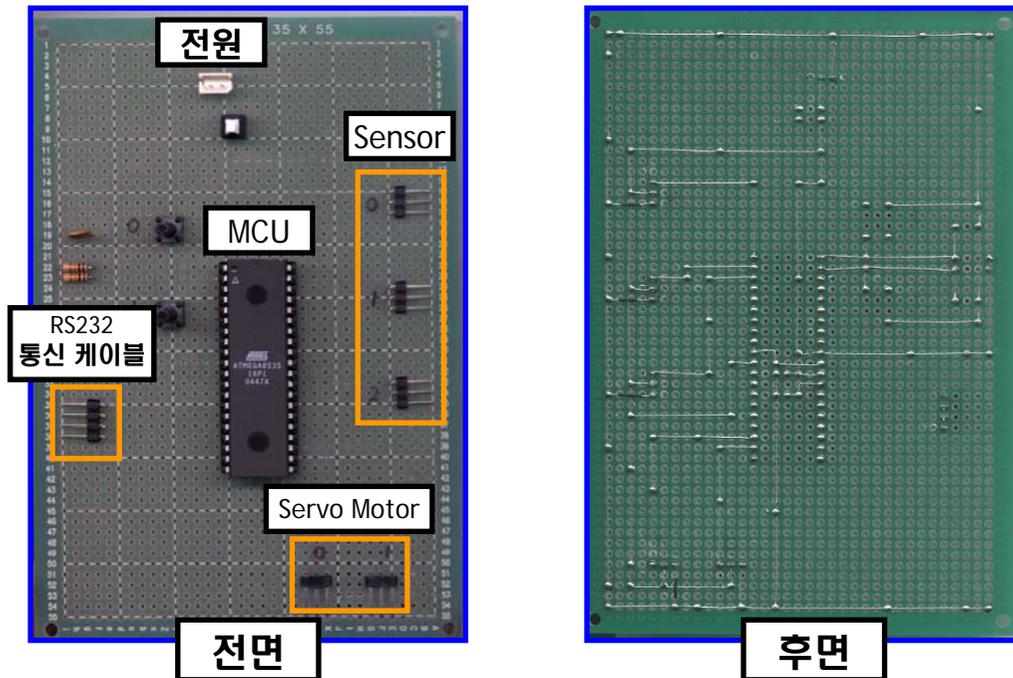
6.3. 기본 전기소자의 이해



# 6. 제어기 제작을 위한 전기 이론

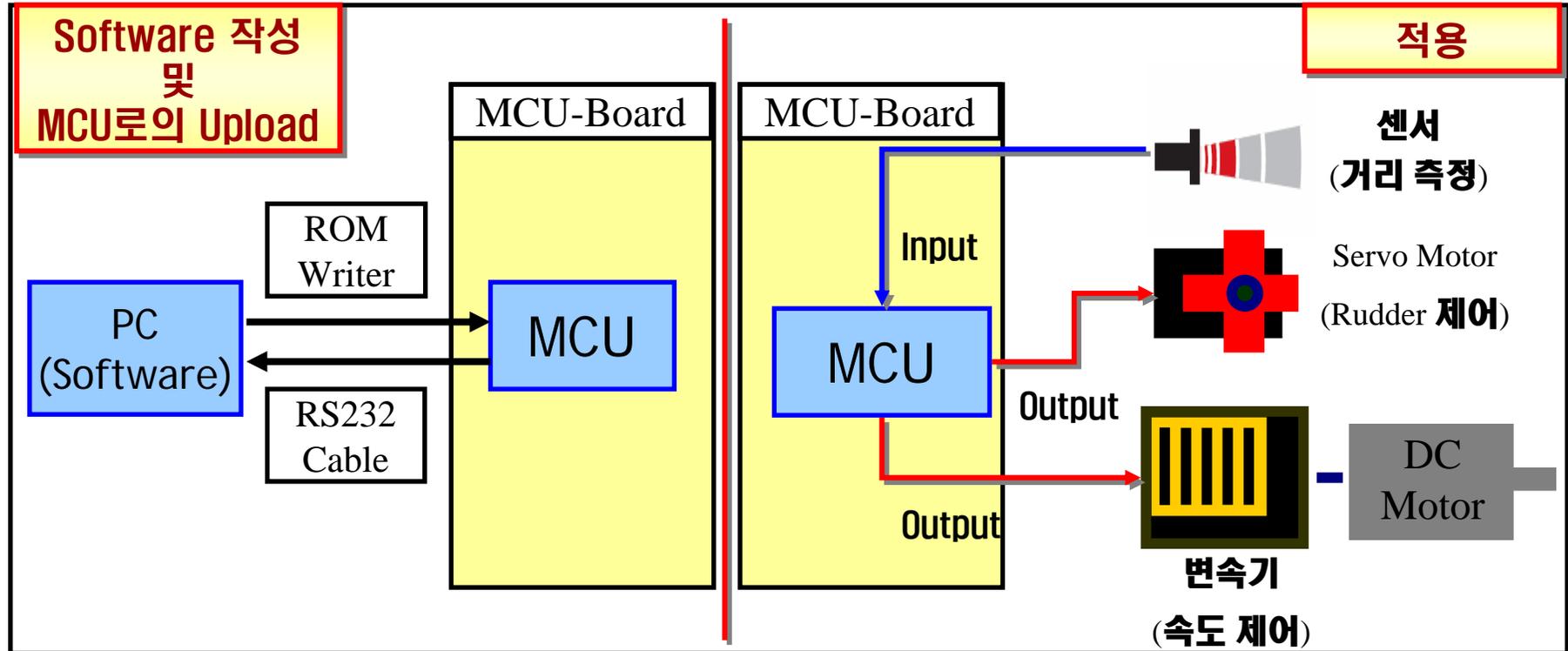
## 6.1. 개요

- ☑ 목표 : 모형 선박을 센서를 이용하여 수조의 벽과 일정한 거리를 유지하며 주어진 경로를 자동으로 운항하게 하는 제어장치를 제작
- ☑ 기본 전기 소자, 마이크로 컨트롤러 등의 사용법을 익히고 제어기 하드웨어와 소프트웨어를 작성한다.



# 6. 제어기 제작을 위한 전기 이론

## 6.2. Controller Diagram



- 1) MCU(Micro Controll Unit)
- 2) MCU-Board : MCU가 동작하도록 꾸며준 회로[각종 전기 소자로 구성]
- 3) ROM-Writer : PC에서 작성한 Software를 MCU에 기록하는 장치
- 4) RS232-Cable : PC와 Processor간의 데이터 통신을 하는 장치



# 6. 제어기 제작을 위한 전기 이론

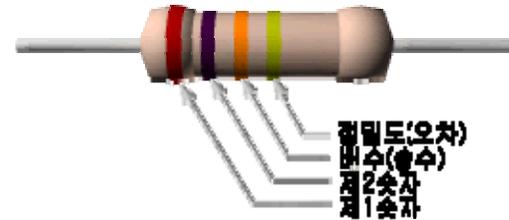
## 6.3. 기본 전기소자의 이해(1/10)

### ☑ Resistor

- 전류량을 제한
- 단위 : 옴(Ω)
- 기호 :
- 저항 읽는 법

색	수치	승수	정밀도(%)	온도 계수 10 <sup>-6</sup> /°C
흑	0	0	-	± 250
갈	1	1	± 1	± 100
적	2	2	± 2	± 50
등	3	3	± 0.05	± 15
황	4	4	-	± 25
녹	5	5	± 0.5	± 20
청	6	6	± 0.25	± 10
자	7	7	± 0.1	± 5
회	8	8	-	± 1
백	9	9	-	-
금	-	-1	± 5	-
은	-	-2	± 10	-
무	-	-	± 20	-

### Example



(갈=1), (흑=0), (등=3), (금)

$$10 \times 10^3 = 10 \text{ K}\Omega$$

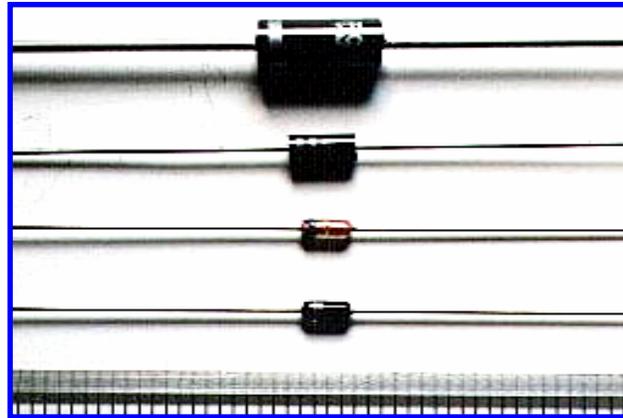
$$\text{정밀도(금)} = \pm 5\%$$



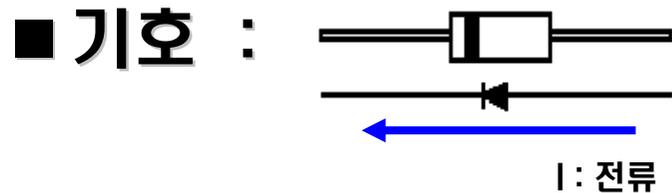
# 6. 제어기 제작을 위한 전기 이론

## 6.3. 기본 전기소자의 이해(2/10)

### ☑ Diode(1/2)



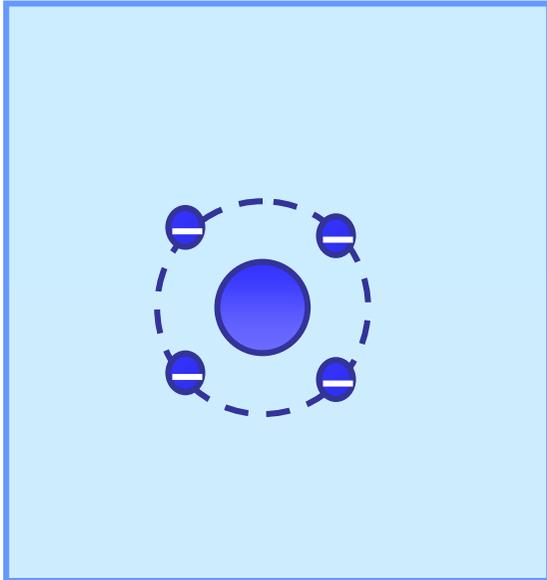
- 전류를 한쪽 방향으로만 흘리는 반도체 부품
- 반도체 2개(P형, N형)를 접합하여 만듦
- 전류 정류기 등에 사용



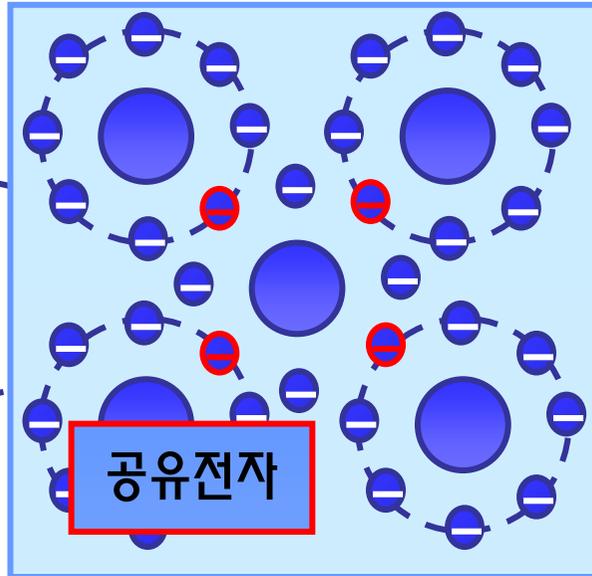
# 6. 제어기 제작을 위한 전기 이론

## 6.3. 기본 전기소자의 이해(3/10)

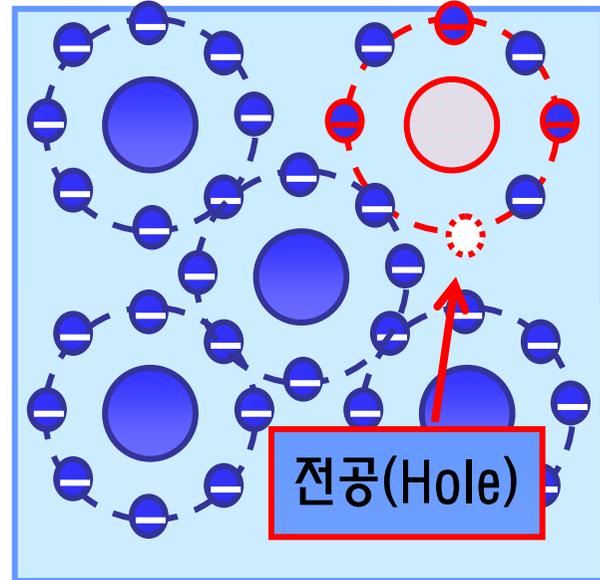
### ☑ P형 반도체



< Silicon - 핵과 최외각전자 >



< Silicon - 주위와 전자 공유 >



< 최외각전자가 3개를 삽입 >

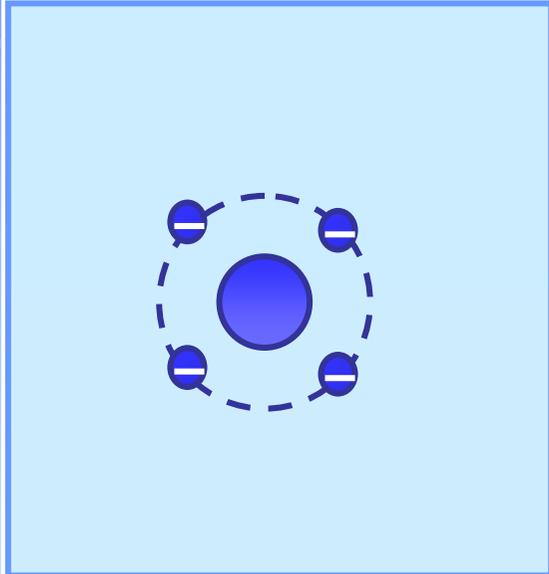
- ☑ 실리콘은 최외각 전자를 4개를 갖는다. (불안정상태)
- ☑ 다수의 실리콘 원자는 주위 실리콘과 전자를 공유하여 안정된 상태를 가지려 한다.
- ☑ 실리콘에 최외각 전자 3개인 원자(알루미늄(Al)·붕소(B)·갈륨(Ga)·인듐(In))를 섞는다.
- ☑ 공유할 전자가 부족한 이 물체는 전체적으로 (+)전하를 갖게 된다. → P형 반도체



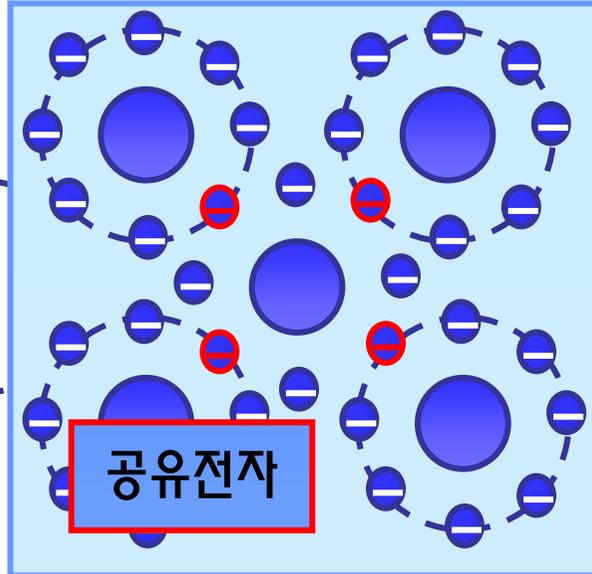
# 6. 제어기 제작을 위한 전기 이론

## 6.3. 기본 전기소자의 이해(4/10)

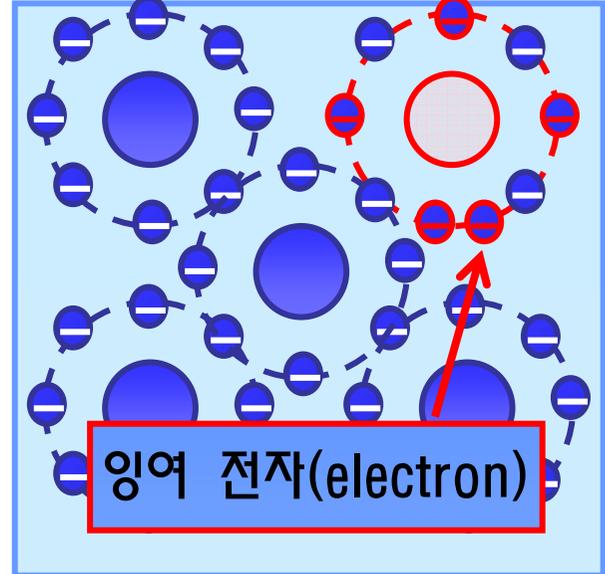
### ☑ N형 반도체



< Silicone - 핵과 최외각전자 >



< Silicone - 주위와 전자 공유 >



< 최외각전자가 3개를 삽입 >

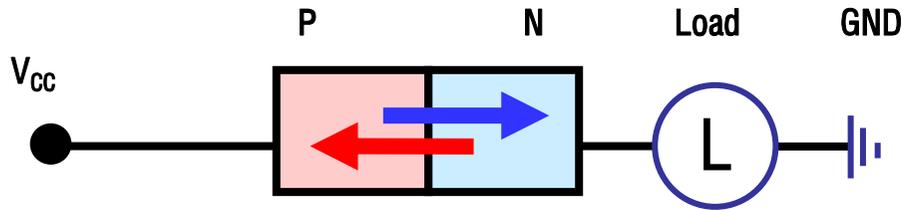
- ☑ 실리콘은 최외각 전자를 4개를 갖는다. (불안정상태)
- ☑ 다수의 실리콘 원자는 주위 실리콘과 전자를 공유하여 안정된 상태를 가지려 한다.
- ☑ 실리콘에 최외각 전자 5개인 원자(인(P), 비소(As), 안티몬(Sb))를 섞는다.
- ☑ 잉여전자가 있는 이 물체는 전체적으로 (-)전하를 띄게 된다. → **N형 반도체**



# 6. 제어기 제작을 위한 전기 이론

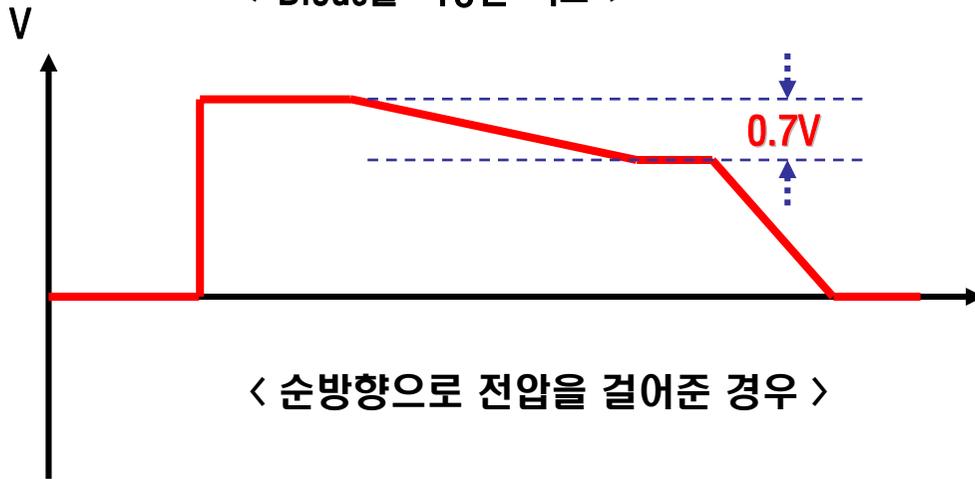
## 6.3. 기본 전기소자의 이해(5/10)

### ☑ Diode(2/2)



< Diode를 사용한 회로 >

➡ : 전류 순방향 (P에서 N)  
필요한 전압 약 0.7V  
[전압강하]



< 순방향으로 전압을 걸어준 경우 >

➡ : 전류 역방향 (N에서 P)  
필요한 전압 매우 큼

- ☑ 순방향 : 0.7V의 전압강하 후 전류가 흐른다.
- ☑ 역방향 : 항복전압(Breakdown Voltage)가 걸리지 않는 한 전류가 흐르지 않는다.

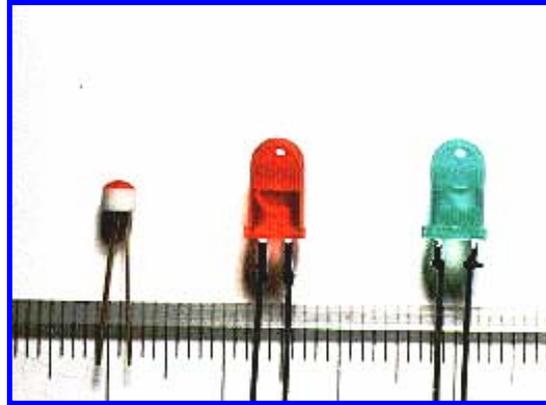
Cf) 보통 항복전압은 6.8V



# 6. 제어기 제작을 위한 전기 이론

## 6.3. 기본 전기소자의 이해(6/10)

### ☑ LED(Light Emitting Diode)



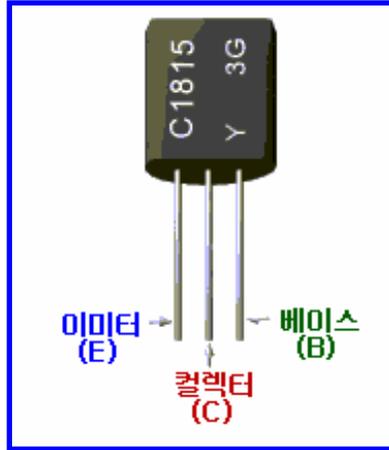
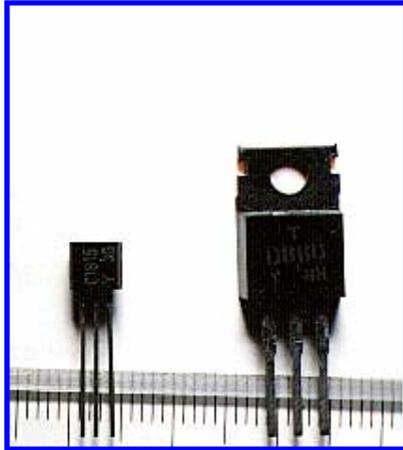
- LED에 순방향 전류가 흐르면 높은 에너지를 가진 전도대의 전자가 에너지를 방출하며 이 에너지가 빛으로 나타남
- 실리콘이나 게르마늄은 열을 방출하는 소자이기 때문에 LED에서는 사용하지 않음
- 기호 : 



# 6. 제어기 제작을 위한 전기 이론

## 6.3. 기본 전기소자의 이해(7/10)

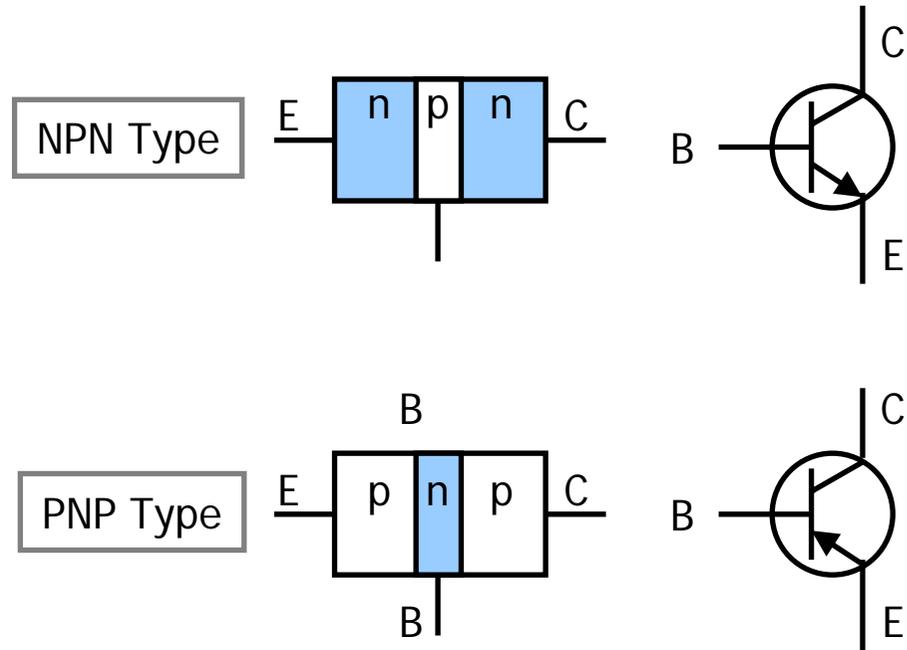
### ☑ Transistor(1/3)



### ☑ 용도

- Analog 회로 : 전류 증폭
- Digital 회로 : 스위치

### Transistor 기호와 구조



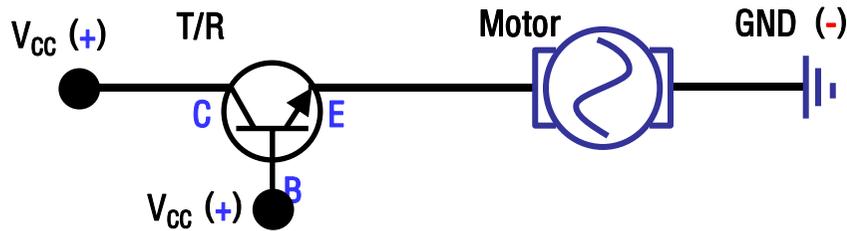
# 6. 제어기 제작을 위한 전기 이론

## 6.3. 기본 전기소자의 이해(8/10)

### ☑ Transistor(2/3)

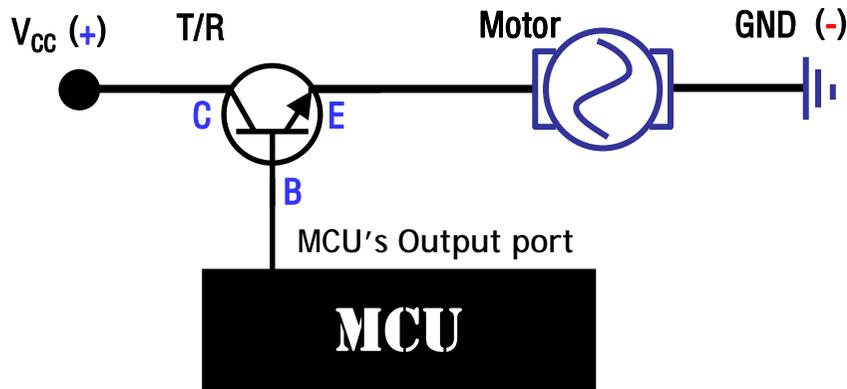


☑ 모터를 구동하기 위해서 수동 스위치가 아닌 전자 제어 스위치를 사용할 수 있을까?



☑ Transistor를 사용하자.

- B→E의 전류가 흐르면, C→E의 전류를 흐르게 한다.



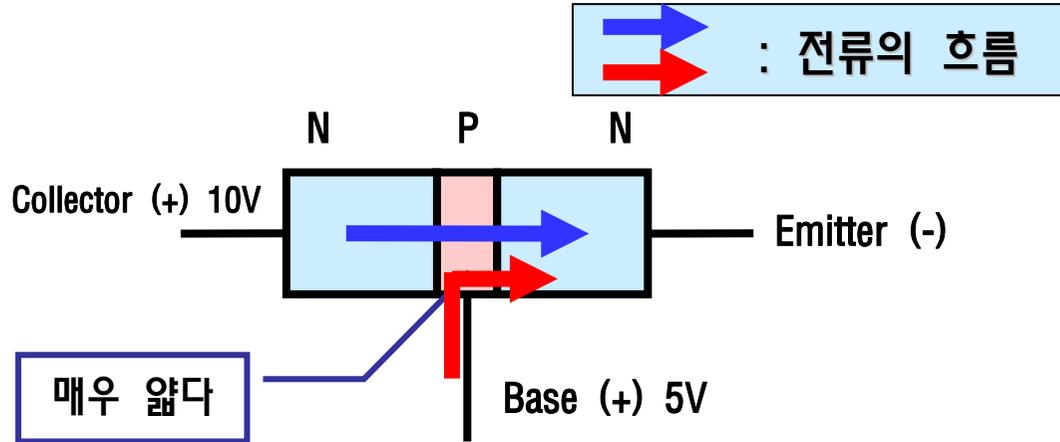
☑ MPU를 이용하자

- MPU의 출력 Port에 신호를 Transistor의 Base로 흘려 보낸다.
- Base로 신호가 들어가면 C→E의 전류가 흐르게 되어 모터를 구동시킬 수 있다.
- MPU에 프로그래밍을 통해 모터의 구동을 전기제어 할 수 있게 된다.

# 6. 제어기 제작을 위한 전기 이론

## 6.3. 기본 전기소자의 이해(9/10)

### ☑ Transistor(3/3)



**목적 : C와 B의 전류흐름으로 C와 E의 전류흐름을 제어한다.**

1. B에서 E로 작은 전류가 흐른다. (0.7V이상)
2. 가운데 P형 반도체에 전자가 채워진다.
3. C에서 E로 전류가 흐르기 시작한다.

#### 1. Digital Logic에서의 TR 사용 - 스위치

- B에서 E로 전류를 흘려 보냄으로써 C와 E에 전류가 흐를 수 있는 스위치역할을 한다.

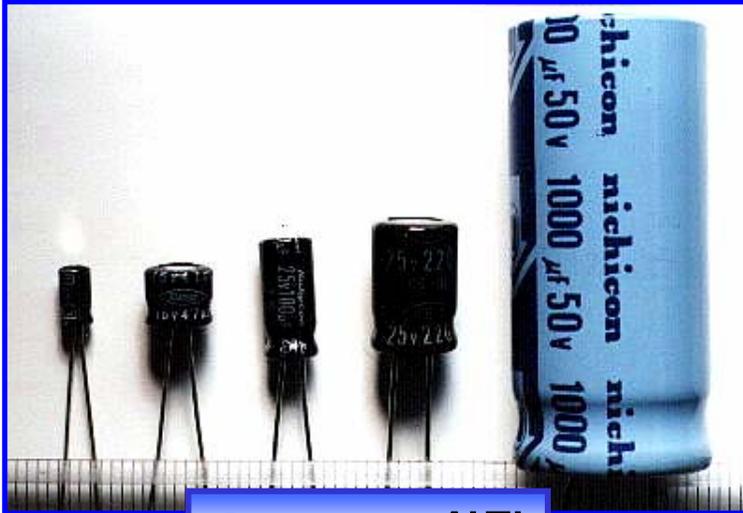
#### 2. Analog Logic에서 TR 사용 - 전류증폭

- B와 E사이의 전압의 크기에 따라 C와 E에 흐를 수 있는 전류의 크기가 비례한다.
- 이를 이용하여 C와 E사이의 전류 크기를 조절한다.

# 6. 제어기 제작을 위한 전기 이론

## 6.3. 기본 전기소자의 이해(10/10)

### ☑ Capacitor



Capacitor 사진



Capacitor 기호

- ☑ 정의
  - 전하를 축적하는 장치
  
- ☑ 용도
  - 전기를 저장하거나 방출하는 축전지로서의 기능
    - 전하를 축적하는 동안은 전류가 흐름
  
  - 직류를 통하지 않는 성질을 이용하는 기능
    - 특정 주파수 성분만을 추출 또는 제거하는 필터 등



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

7.1. 개요

7.2. Visual C++ 프로젝트 생성

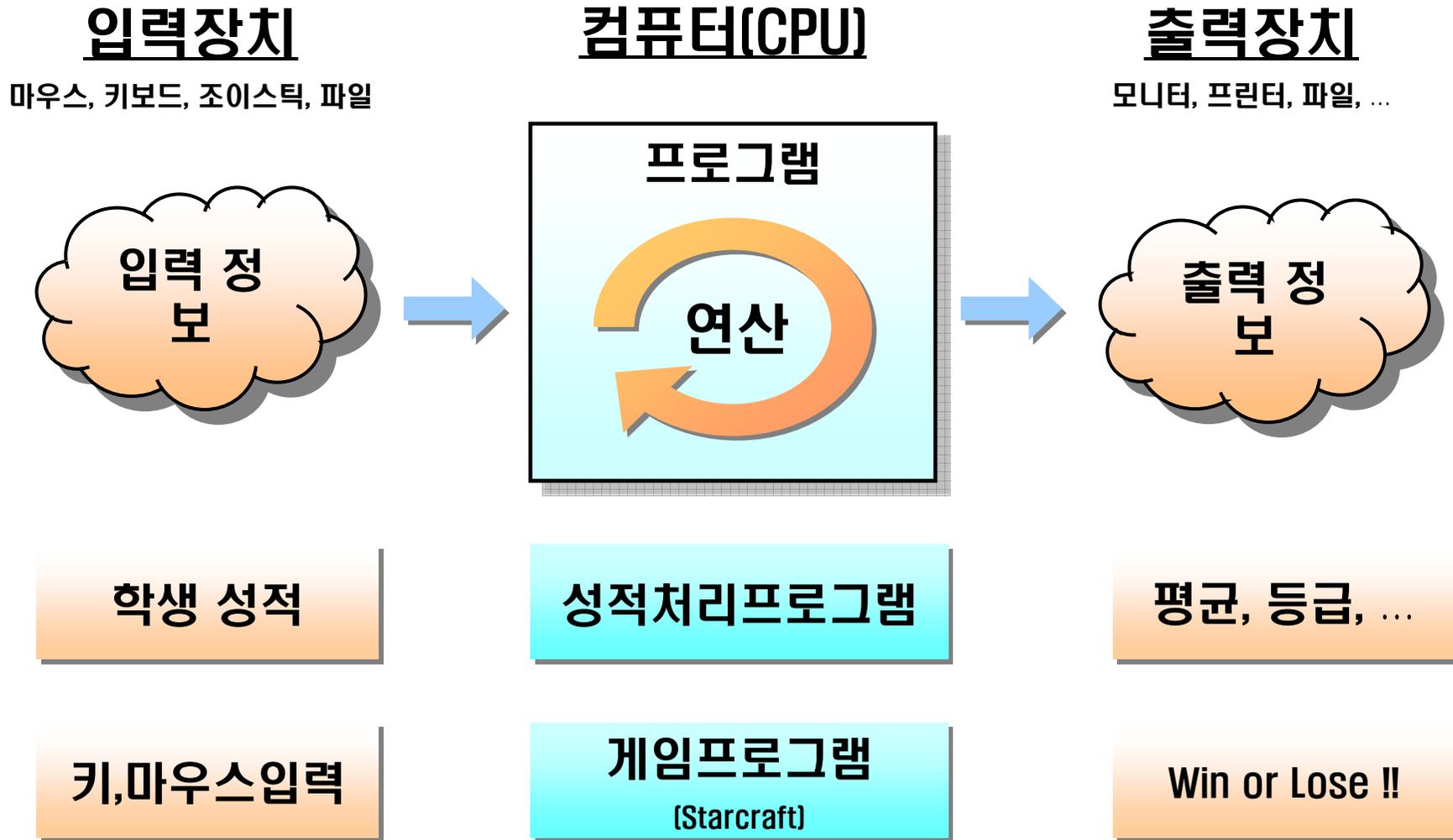
7.3. 변수와 기본 데이터형

7.4. 함수의 정의 및 사용



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.1. 개요(1/4) - 프로그램이란?



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.1. 개요(2/4) - 프로그래밍이란?

### 어셈블리어

(x86 네이티브 코드)

```
어셈블러로 작성된 소스 코드
push ebp
mov ebp, esp
mov eax, dword ptr [ebp+8]
add eax, dword ptr [ebp+12]
pop ebp
ret
```

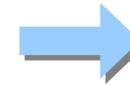
### 어셈블러



### 기계어

(x86 네이티브 코드)

```
네이티브 코드
55
8b ec
8b 45 08
03 45 0c
5d
c3
```



### 컴퓨터

(x86 CPU)



### C/C++ 언어

```
C 언어로 작성된 소스 코드
int AddNum(int a, int b)
{
    return a + b;
}
```

### 컴파일러



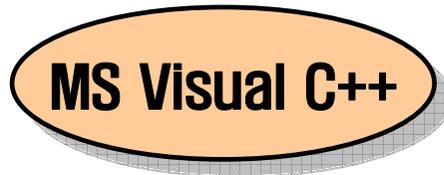
### Basic 언어

```
BASIC으로 작성된 소스 코드
Function AddNum(a As Integer,
    - b As Integer) As Integer
    AddNum = a + b
End Function
```

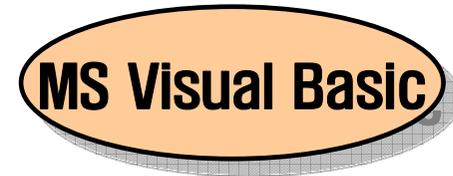
### 인터프리터/ 컴파일러



MS Visual C++



MS Visual Basic



## 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

### 7.1. 개요(3/4) - C 언어의 특징

- ☑ 1972년 AT&T사의 Bell 연구소의 Dennis Ritchie가 개인적인 용도로 개발

  - 교육용 목적으로 개발되어 배우기가 쉬운 Basic과는 달리, 실행속도, 간결함, 강력한 기능을 위주로 개발되어 Basic보다는 배우기 어려움
  
- ☑ 고급언어이면서 저급언어의 특징을 가지고 있어 실행속도가 빠르며, 시스템 프로그래밍에 적합

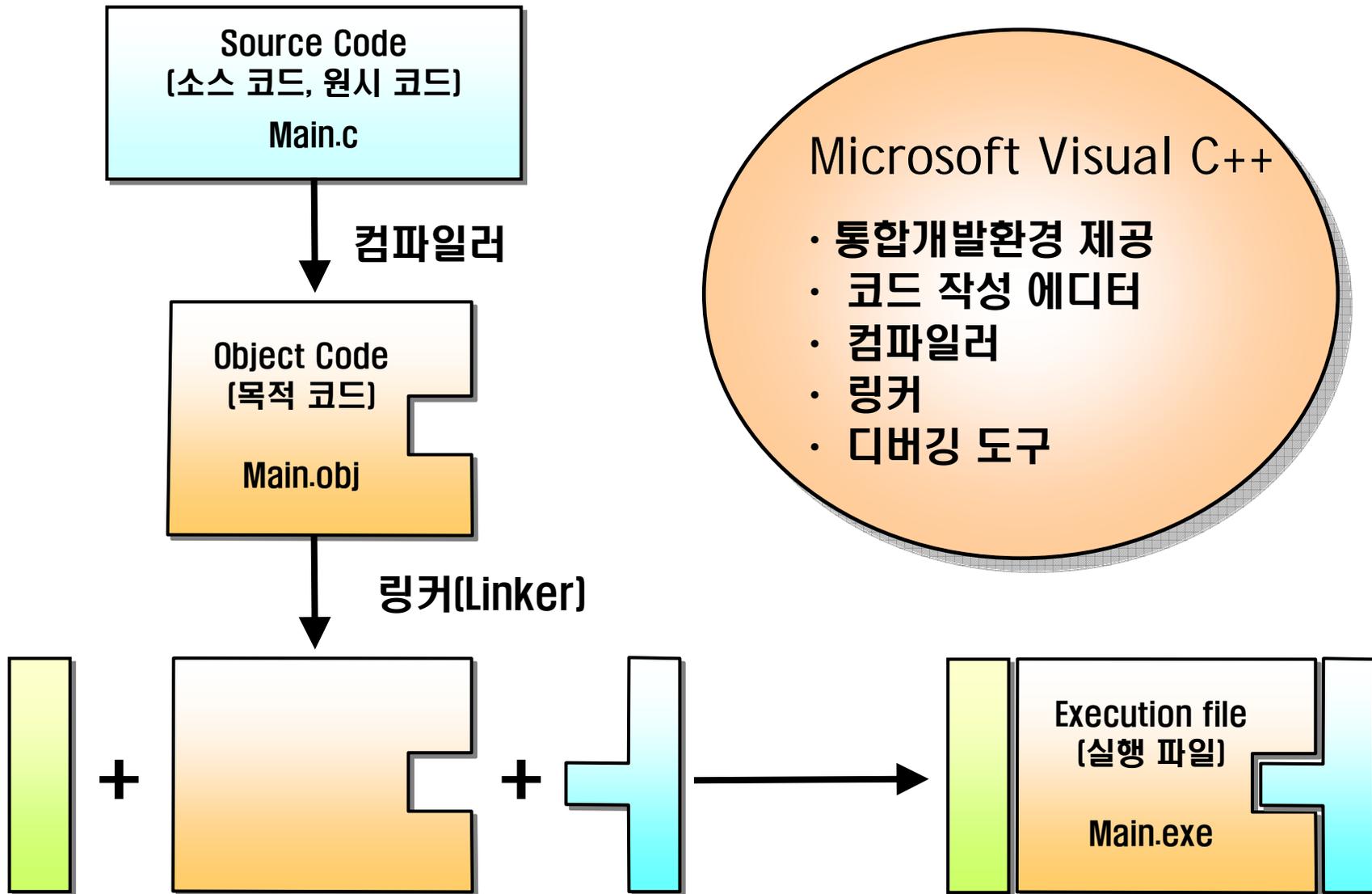
  - 메모리 접근방법 제공, 하드웨어를 직접 제어하는데 적합
  
- ☑ 이식성이 뛰어나고 융통성이 큰 언어로 널리 사용

  - 거의 대부분의 OS/CPU에 해당하는 Compiler가 작성되어 있음



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.1. 개요(4/4) - C 프로그램이 실행되기까지의 과정



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.2. Visual C++ 프로젝트 생성(1/7) - 프로젝트란?



### Test란 이름의 프로젝트



이름	크기	종류
Debug		파일 폴더
Test.dsp	5KB	프로젝트 파일
Test.dsw	1KB	프로젝트 작업 공간
Test.ncb	25KB	NCB 파일



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.2. Visual C++ 프로젝트 생성(2/7) – 프로젝트의 종류

☑ 작성하려는 프로그램의 종류, 특성에 따라서 선택해야 하는 프로젝트의 종류가 달라짐

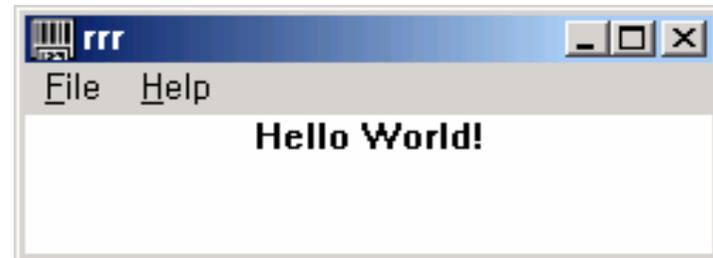
☑ Console Application

- DOS창 (console) 에서 실행되는 프로그램



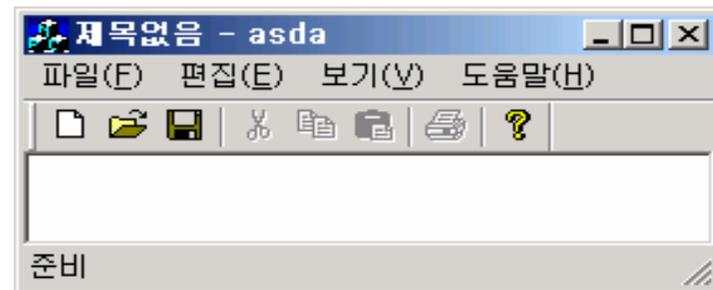
☑ Win32 Application

- 32bit Windows에서 실행되는 프로그램



☑ MFC App Wizard

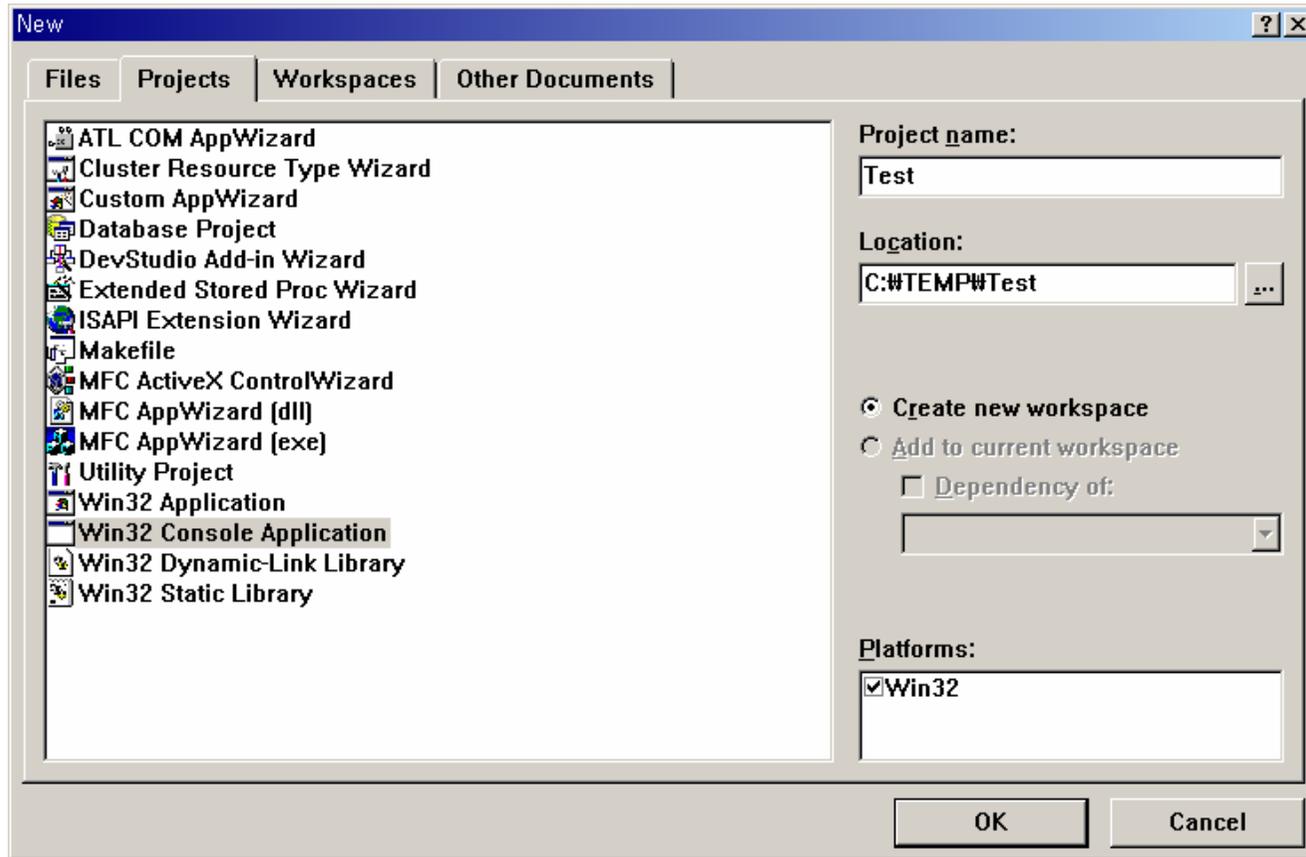
- 32bit Windows에서 실행되는 MFC를 이용한 프로그램



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

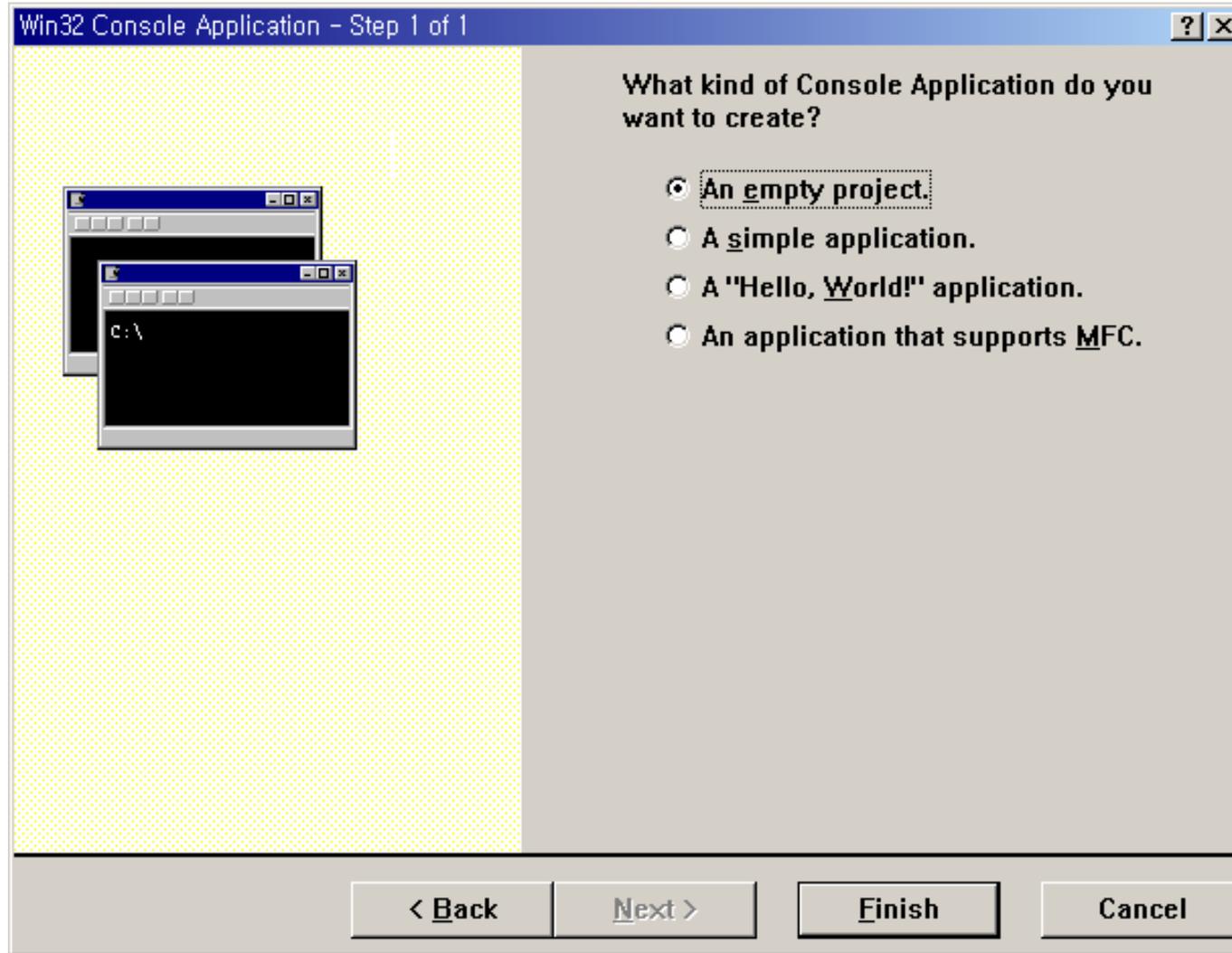
## 7.2. Visual C++ 프로젝트 생성(3/7) – 프로그램의 작성

- ☑ 시작메뉴 ➔ Microsoft Visual Studio 6.0
  - ➔ Microsoft Visual C++ 6.0 선택
- ☑ Visual C++ 6.0 시작 후 File 메뉴의 New 선택



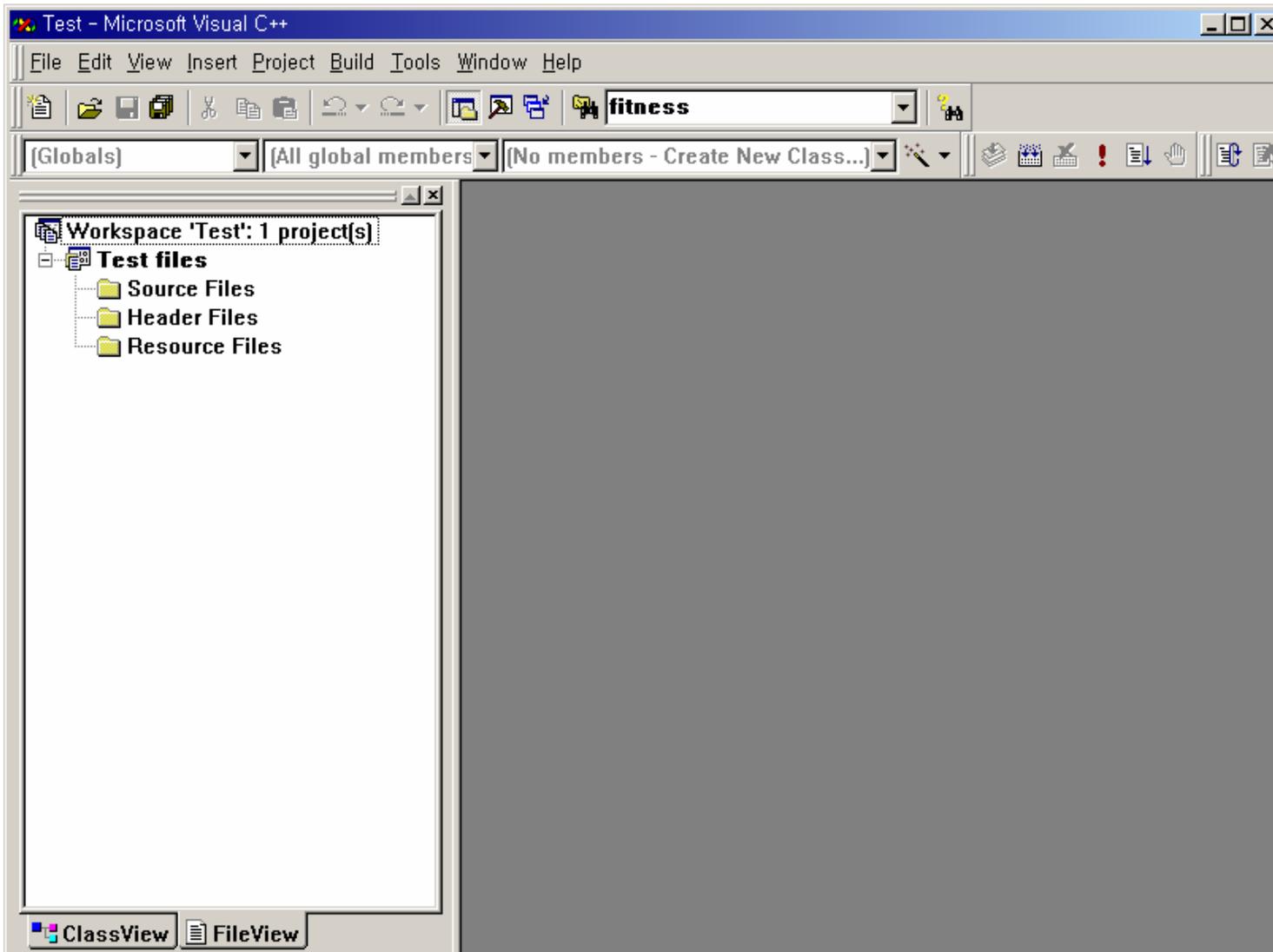
# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.2. Visual C++ 프로젝트 생성(4/7) - 프로그램의 작성



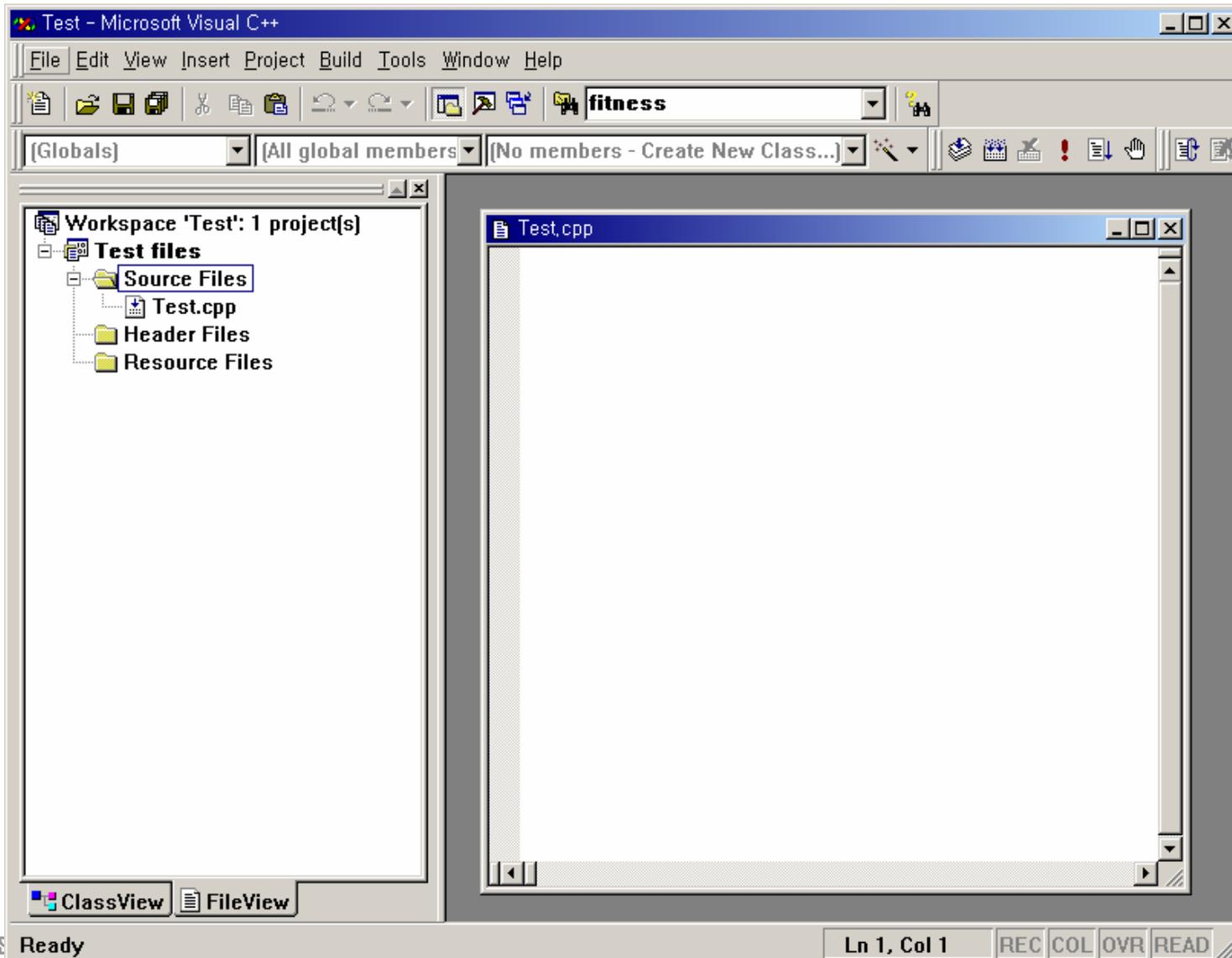
# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.2. Visual C++ 프로젝트 생성(5/7) - 프로그램의 작성



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.2. Visual C++ 프로젝트 생성(6/7) - 프로그램의 작성



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.2. Visual C++ 프로젝트 생성(7/7) – 간단한 C 프로그램

```
#include <stdio.h>

void main(){

    printf("My Name is Cho Doo-Yeoun");

}
```



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.3. 변수와 기본 데이터형(1/11)

- ☑ 프로그램에서 사용하는 데이터를 저장하기 위한 공간
  - 컴퓨터는 데이터를 저장하기 위해서 메모리(RAM)를 사용
  - 메모리의 용량은 한계가 있기 때문에, 데이터를 저장하기 위해서 꼭 필요한 만큼의 메모리만 사용해야 함
    - **데이터의 형식**을 알려주어야 함
    - 데이터 형식에 맞게 메모리의 크기를 결정하고, 저장함
  
- ☑ 데이터의 형식
  - 정수형 : int, unsigned [int], long
  - 실수형 : float, double
  - 문자형 : char



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.3. 변수와 기본 데이터형(2/11)

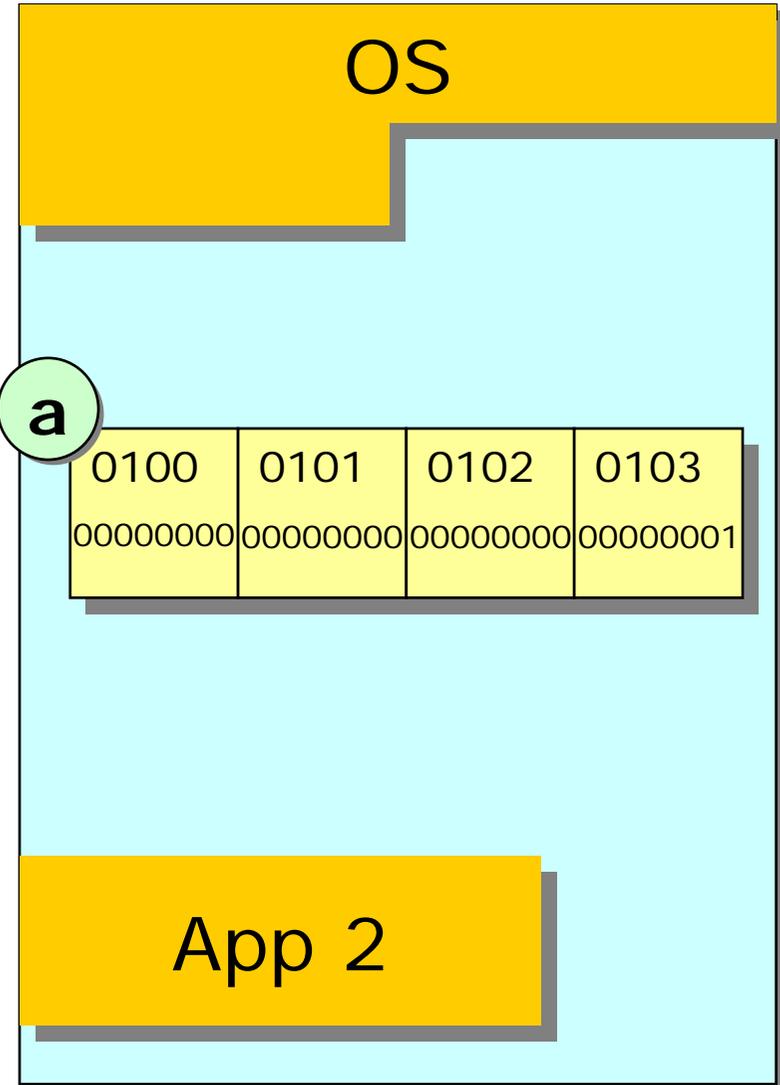
### 변수의 선언, 사용과 메모리 구조 (1)

```

void main()
{
    int a; // 메모리 할당(0100)하며
           // 그 메모리이름을 a로 결정

    a = 1; // a → 주소 0100으로

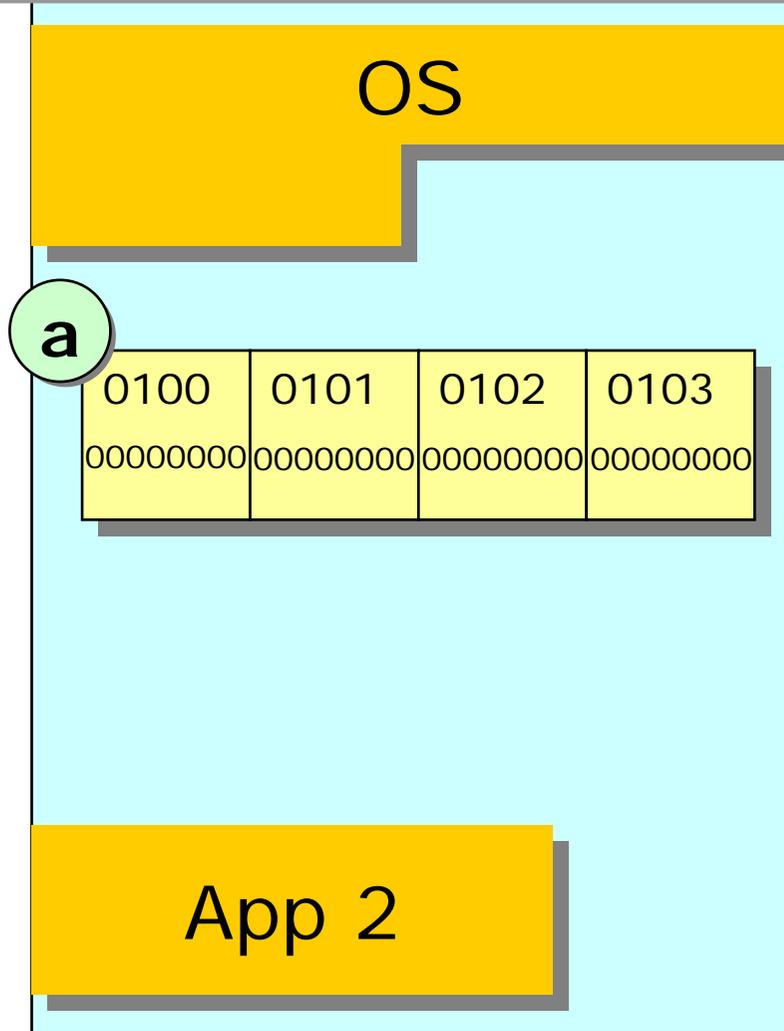
}           // 변수 a 자동 해제
    
```



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.3. 변수와 기본 데이터형(3/11)

### 변수의 선언, 사용과 메모리 구조 (2)



☑ 과연 변수의 크기로 몇 개의 방을 예약  
해두어야 할까?  
→ 얼마나 큰 수를 저장하려고 하는 지에 따  
라서 달라짐

☑ 1방 = 1 byte = 8 bit  
= 28 개의 다른 수를 표현 가능  
= 0000 0000 ~ 1111 1111  
= 0 부터 255 까지

☑ 2방 = 2 byte = 16 bit  
= 216 개의 다른 수를 표현 가능  
= 00000000 00000000  
~ 11111111 11111111  
= 0 부터 65,535 까지



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.3. 변수와 기본 데이터형(4/11)

### 변수의 선언, 사용과 메모리 구조 (3)

- ☑ 음수는 어떻게 표현할까?  
 → 맨 앞의 1 bit는 부호를 나타내는데 사용
- ☑ 1방 = 1 byte = 8 bit (1bit는 부호전용, 7 bit만 숫자를 나타내는 데 사용)  
 = 양수 0 000 0000 ~ 0 111 1111 : 0부터 127 까지  
 = 음수 1 000 0000 ~ 1 111 1111 : 0부터 -127 까지 ?  
 : -1 부터 -128 까지  
 = -128 ~ 127 까지 표현 가능
- ☑ 2방 = 2 byte = 16 bit (1bit는 부호전용, 15 bit만 숫자를 나타내는 데 사용)  
 = - 32,768 ~ 32,767 까지 표현 가능
- ☑ 4방 = 4 byte = 32 bit (1bit는 부호전용, 31 bit만 숫자를 나타내는 데 사용)  
 = - 2,147,483,648 ~ 2,147,483,647 까지 표현 가능

0	000 0000
or	~111 1111
1	



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.3. 변수와 기본 데이터형(5/11)

### 정수, 실수, 문자형 데이터형 (1)

#### ☑ 정수형

- short : 2 Byte, %hd, -32,768~32,767
- unsigned short : 2 byte, %hu, 0~65,535
- int : 4 byte, %d, -2,147,483,648 ~ 2,147,483,647
- unsigned int : 4 byte, %u, 0 ~ 4,294,967,295
- long : 8 byte, %ld, ?

#### ☑ 실수형

- float : 4 Byte, %f, 소수점 7자리까지 표현가능 (10<sup>-38</sup>~10<sup>38</sup>)
- double : 8 Byte, %lf, 소수점 15자리까지 표현가능 (10<sup>-38</sup>~10<sup>38</sup>)



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.3. 변수와 기본 데이터형(6/11)

정수, 실수, 문자형 데이터형 (2)

### ☑ 문자형

#### ■ ascii 코드

- 컴퓨터에서 사용될 수 있는 모든 문자와 숫자를 대응시킨 표
- 128개의 문자를 선정: 0 부터 127까지의 숫자에 대응시킴

#### ■ char : 1 byte의 문자형 (정수형), %c

#### ■ char A = 'a'; char A = 65;

*	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	TAB	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
2		!	"	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	]	^	_	
6	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	

서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.3. 변수와 기본 데이터형(7/11)

### 변수의 사용법

#### ☑ 선언

- 변수는 사용전에 반드시 선언을 해야 함
- 데이터형 변수이름;
  - ex) int a;    int b;    int a, b;

#### ☑ 초기화 (값대입)

- 변수이름 = 값 또는 변수이름 또는 수식;
- 데이터형 변수이름 = 값 또는 변수이름 또는 수식; // 선언과 동시에 초기화
  - ex) a = 3;    b = a;
  - int d = a;
  - int e = 1, f , g = 0;
  - a = b = c;
  - a = a + 1;



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.3. 변수와 기본 데이터형(8/11)

### 실습(1) - 변수를 사용한 숫자값 출력

```
#include <stdio.h>

void main(){

    printf("My age is 18 \n");

    printf("My age is %d \n", 18);
    int age;
    age = 18;
    printf("My age is %d \n", age);

}
```



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.3. 변수와 기본 데이터형(9/11)

### 실습(2) - 정수의 덧셈 프로그램

```
#include <stdio.h>

void main(){
    printf("%d + %d = %d \n", 54, 75, 54 + 75);

    int one, two;
    one = 54; two = 75;
    printf ("%d + %d = %d \n", one, two, one+two);

    int sum = one + two;
    printf ("%d + %d = %d \n", one, two, sum);
}
```



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.3. 변수와 기본 데이터형(10/11)

### 실습(2) - 출력 조정자와 정수값 크기에 따른 주의점

```
#include <stdio.h>

void main(){
    int one, two;
    one = 54; two = 75;
    int sum = one + two;
    printf ("%3d + %3d = %3d \n", one, two, sum);

    one = 2,147,483,647; two = 10;
    sum = one + two;
    printf ("%3d + %3d = %3d \n", one, two, sum);
}
```



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.3. 변수와 기본 데이터형(11/11)

```
#include <stdio.h>
void main(){
    int a, b;
    a = 1.3;
    b = 3;
    double c;
    c = 1;
    c = 1/3;
    c = 1.0 / 3;
    c = 1 / 3.0;
    c = 1.0 / 3.0;
    c = 1. / 3.;
    c = a / b;
    c = (double)a / b
}
```

- ☑ 상수도 데이터 이므로, 메모리 어딘가에는 저장이 되어야 한다, 저장된 메모리에 이름만 없을 뿐임
- ☑ 메모리에 저장할 때, 데이터 형을 결정해야 함
- ☑ 상수의 형태로 데이터형을 결정
  - 소수점 포함 → double
  - 소수점 없음 → int
  - 문자상수는 ‘로 구분
  - 명시적으로 데이터형을 알려줄 수도 있음 : ex (double)
- ☑ 정수와 정수의 연산결과는 정수로 생각됨
- ☑ 정수와 실수의 연산결과는 실수로 생각됨
- ☑ 실수와 실수의 연산결과는 실수로 생각됨

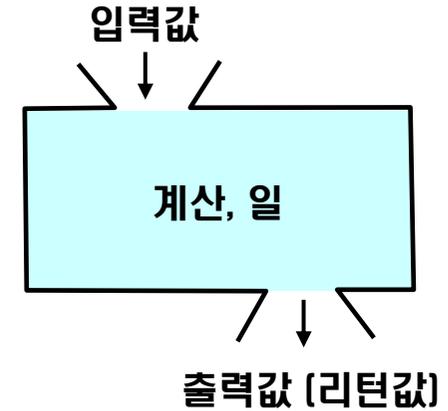


# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.4. 함수의 정의 및 사용(1/10)

### 함수( function) 란?

- function : 고유의 기능, 역할
- 특정한 기능( 계산, 일, 등 )을 수행하는 기본단위



### 수학에서의 함수 : 주로 계산 목적

$$f(x) = x + 1$$

함수의 이름    입력변수    함수가 수행하는 기능(계산식) 정의

$$f(5), \quad y = f(5)$$

$$g(x) = x^2 + 3x - 1$$

$$g(2), \quad y = g(2)$$

$$h(x) = 10$$

$$h(6), \quad y = h(6)$$

**함수의 정의**

**함수의 사용**



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.4. 함수의 정의 및 사용(2/10)

### 함수의 정의 (Definition)

리턴값의형식   함수이름( 입력변수 ) {   함수의 내용   }

$$f(x) = x + 1$$

```
int f ( int x ) { return x+1; }
```

```
int f ( int x ) {
    return x+1;
}
```



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.4. 함수의 정의 및 사용(3/10)

### 함수의 사용(호출, Calling)

함수이름( 입력값 );

$$f(x) = x + 1$$

$$f(5)$$

$$y = f(5)$$

```
int f ( int x ) { return x+1; }
f(5);
int y = f(5);
```



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.4. 함수의 정의 및 사용(4/10)

### 입력값이 필요없는 함수

$$h(x) = 5$$

$$h(5)$$

$$y = h(5)$$

```
int h ( void ) { return 5; }
h();
int y = h();
```

### 리턴값이 필요없는 함수

```
void Function1 () { printf("Foo Functions"); }
Function1 ();
int y = Function1 (); ← ERROR
```



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.4. 함수의 정의 및 사용(5/10)

```
#include <stdio.h>

void PrintInfomation() {
    printf("My Name is Cho Doo-Yeoun \n");
    printf("Have a nice day !! \n");
    printf("I am 20 years old \n");
}

void main(){
    PrintInformation();
}
```



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.4. 함수의 정의 및 사용(6/10)

```
#include <stdio.h>

void main(){
    PrintInformation(); // ← ERROR
}

void PrintInfomation() {
    printf("My Name is Cho Doo-Yeoun \n");
    printf("Have a nice day !! \n");
    printf("I am 20 years old \n");
}
```



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.4. 함수의 정의 및 사용(7/10)

```
#include <stdio.h>

void PrintInformation(); //← 함수선언(Declaration)

void main(){
    PrintInformation(); //← 함수호출(Calling)
}

void PrintInfomation() { //← 함수정의(Defination)
    printf("My Name is Cho Doo-Yeoun \n");
    printf("Have a nice day !! \n");
    printf("I am 20 years old \n");
}
```



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.4. 함수의 정의 및 사용(8/10)

```
void main(){
    .....
}
```

- 모든 C/C++ 프로그램을 작성한다는 것은 void main() 함수를 정의하는 것
- void main() 함수의 내용이 복잡해지면, 사용자 정의 함수를 이용해서 기능별로 분리할 수 있음
- 사용자 정의함수를 사용하려면, 함수선언, 함수정의, 함수호출의 3가지 단계가 필요함



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.4. 함수의 정의 및 사용(9/10)

### 함수의 선언 (Declaration)

리턴값의형식 함수이름( 입력변수 );

### 함수의 정의 (Definition)

```
리턴값의형식 함수이름( 입력변수 ) {
    .....
}
```

### 함수의 사용 (Calling)

함수이름( 입력값 );

- ❖ 함수는 사용하기 전에 반드시 선언, 또는 정의되어 있어야 한다
- ❖ 함수선언은 정의로 대체될 수 있다 (권장하지 않음)



# 7. 제어 소프트웨어 작성을 위한 프로그래밍 기초

## 7.4. 함수의 정의 및 사용(10/10)

```
#include <stdio.h>

void PrintInformation();           //← 함수선언(Declaration)

void main(){
    PrintInformation();           //← 함수호출(Calling)
}

void PrintInfomation() {         //← 함수정의(Definition)
    printf("My Name is Cho Doo-Yeoun \n");
    printf("Have a nice day !! \n");
    printf("I am 20 years old \n");
}
```

❖ 함수는 프로그램을 기능/목적 별로 모듈화함으로써, 가독성을 높이고 프로그램 수정을 용이하게 한다



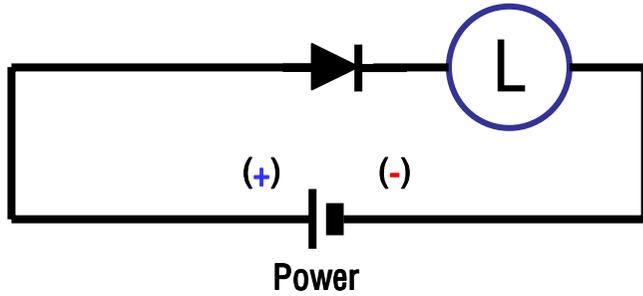
# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

- 8.1. 회로도 이해
- 8.2. Controller Diagram
- 8.3. AVR – ATMEGA8535
- 8.4. Rom-Writer Cable 제작
- 8.5. MCU Board 제작
- 8.6. RS232 통신 Cable 제작
- 8.7. 소프트웨어 개발 환경
- 8.8. Codevision AVR의 프로젝트 생성
- 8.9. Codevision AVR에서의 프로그래밍



# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

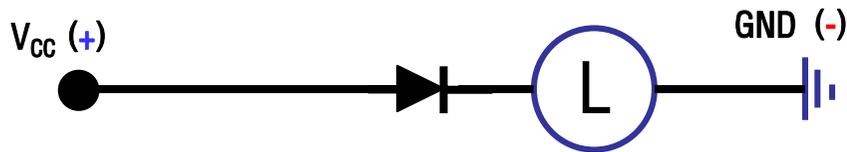
## 8.1. 회로도 이해



< 예: Diode를 사용한 회로 1 >

### ☑ 기존 회로도

- 하나의 전원을 표시하여 닫힌 회로로 표현



< 예: Diode를 사용한 회로 2 >

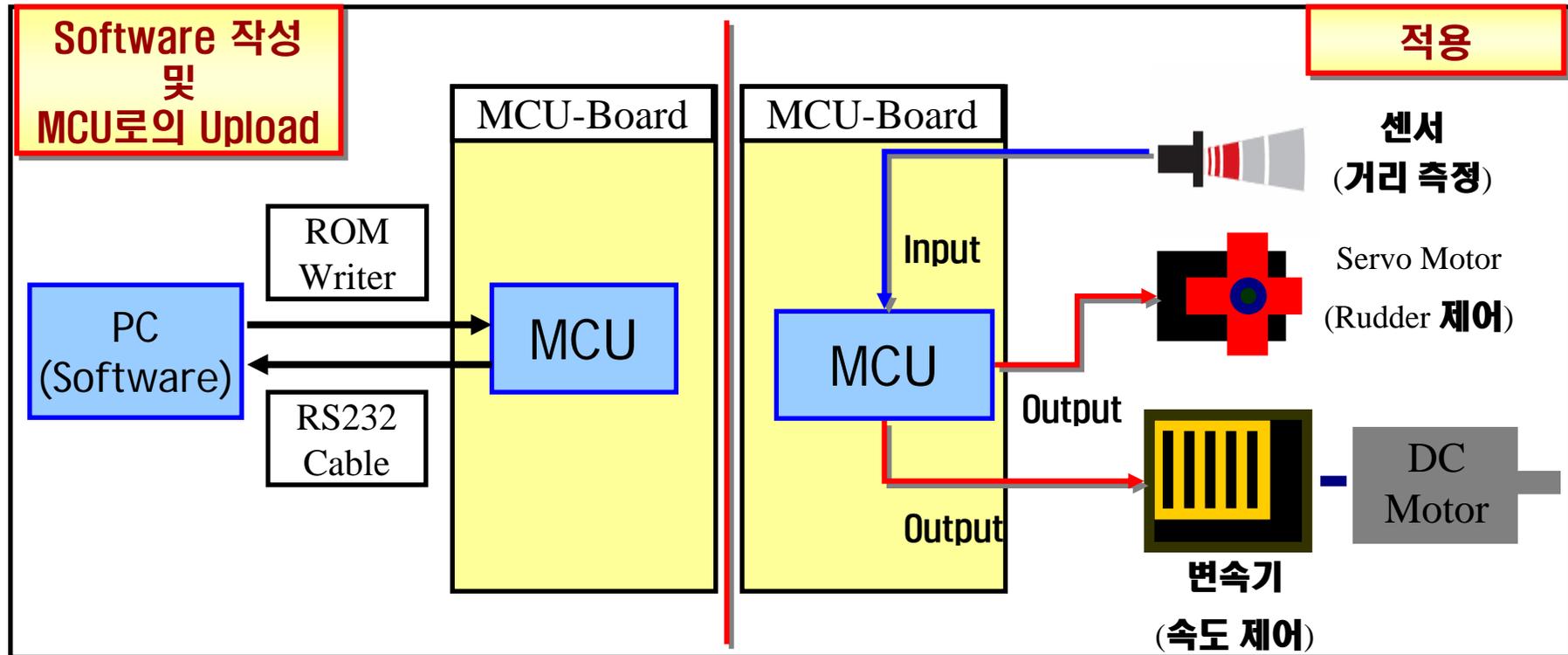
### ☑ 새로운 회로도

- 전원을 둘로 나누어 열린 회로로 표현
- V<sub>CC</sub> : Collector Voltage (전자를 수집), (+)전원 부
- GND : Ground (전위가 0인 곳), (-)전원 부



# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.2. Controller Diagram



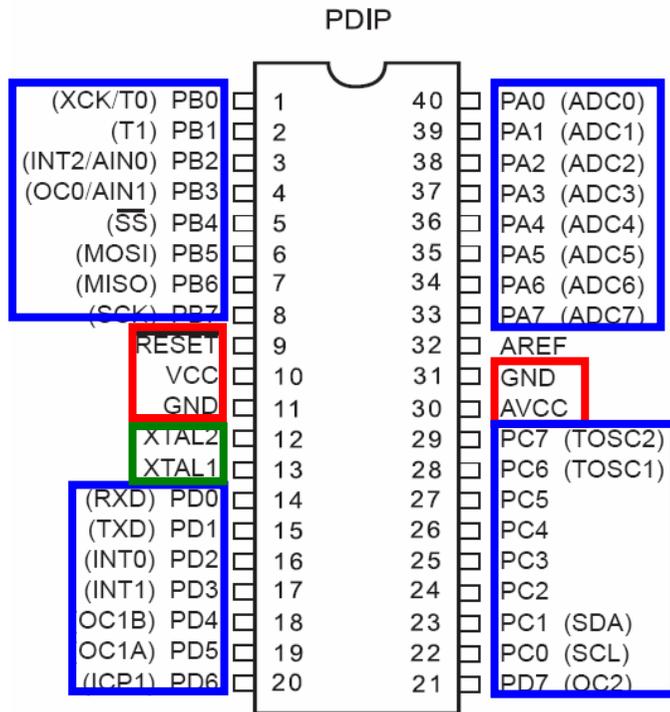
- 1) MCU(Micro Controll Unit)
- 2) MCU-Board : MCU가 동작하도록 꾸며준 회로[각종 전기 소자로 구성]
- 3) ROM-Writer : PC에서 작성한 Software를 MCU에 기록하는 장치
- 4) RS232-Cable : PC와 Processor간의 데이터 통신을 하는 장치



# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.3. AVR – ATMEGA8535(1/2)

- AVR(Alf(Bogen) Vergad(Wollan) RISC))
  - ATMEL사에서 만든 마이크로컨트롤러로 중앙연산처리장치(CPU), 기억장치(ROM, RAM), 입-출력장치 (I/O)를 한 개의 칩 내에 모아 놓은 것



- ISP(In System Programming) <sup>1)</sup> 기능
- RISC<sup>2)</sup> 구조
- 비휘발성 메모리
- C언어 처리가 강력
- 저전력

- : 전원 및 RESET
- : I/O PORT
- : 크리스탈장착
- 총40개의 핀으로 구성

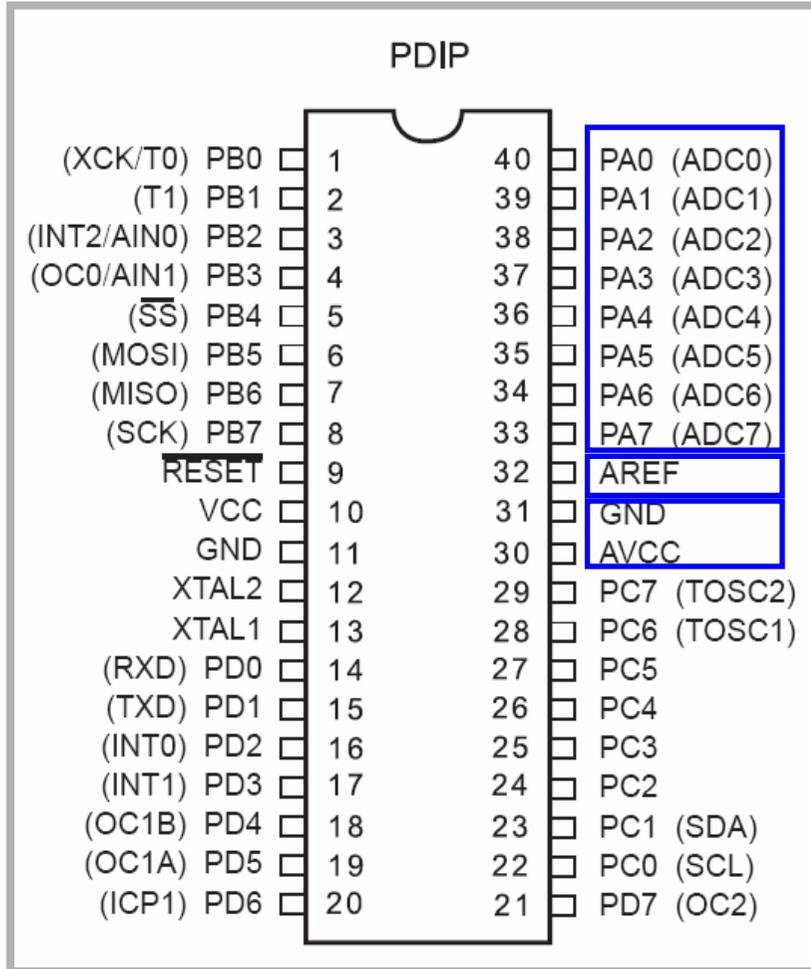
1) ISP(In System Programming) : 칩을 보드에 장착한 상태에서 소프트웨어를 작성할 수 있음

2) RISC(Reduced Instruction Sets Computer) : 명령어 수를 줄이고 수행 성능을 향상 시킨 프로세스

3) CISC(Complexed Instruction Sets Computer) : 사용되는 모든 명령어를 내부에 내장한 프로세스

# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.3. AVR – ATMEGA8535(2/2)



### ■ ATMEGA8535 ADC<sup>1)</sup>의 특징

- 8채널, 분해능 10bit
- 0~V<sub>CC</sub> ADC 입력전압
- 잡음 제거기

### ■ ATMEGA8535 ADC의 구성

- PORTA : ADC
- AREF : 레퍼런스 전압 입력
- AVCC : ADC용 전원 공급
- GND : ADC용 GND

### ■ 분해능

× 입력값을 얼마나 분해할 수 있는가를 나타내는 척도

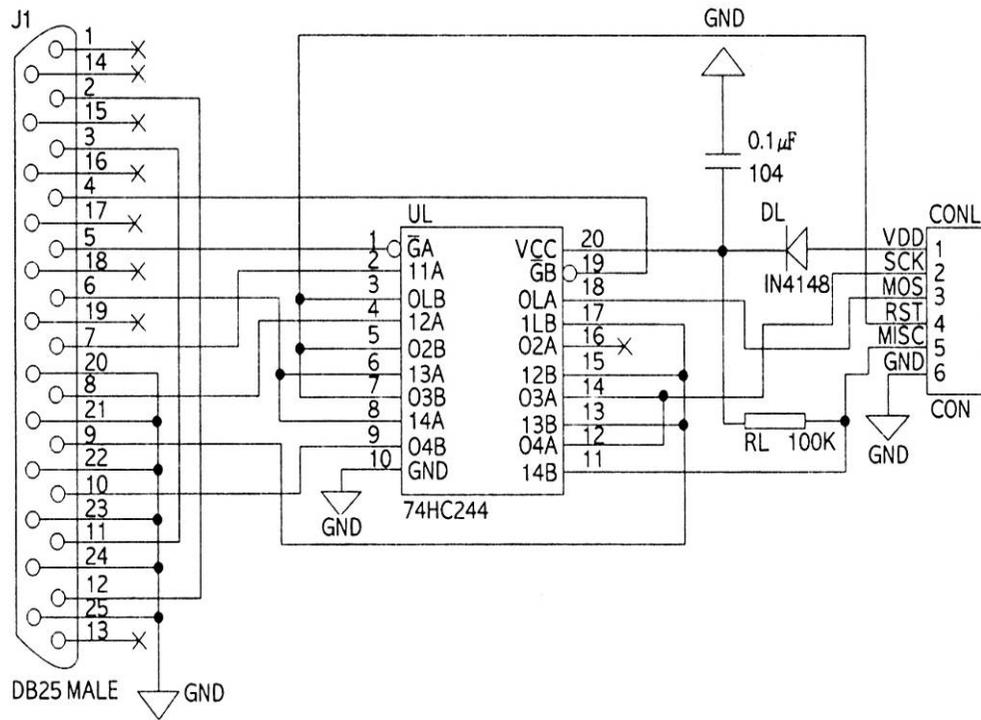
- 10bit => 2<sup>10</sup> = 1024 단계의 분해능을 가짐
- 레퍼런스 전압이 5V일 때,
  - × 입력 5V => 출력 1111111111
  - × 입력 2.5V => 출력 0111111111
  - × 입력 0V => 출력 0000000000

1) 자연계에 존재하는 Analog 신호를 MCU가 처리할 수 있는 Digital 신호로 변환하는 과정



# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

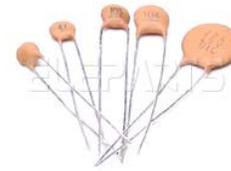
## 8.4. Rom-Writer Cable 제작



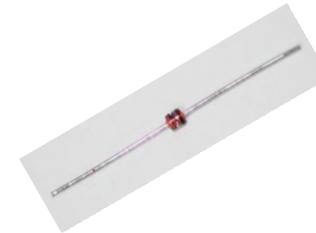
DB25 MALE



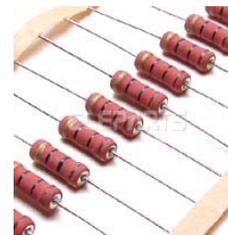
74HC244



Capacitor 0.1µF



Diode IN4148



Resistance 100K

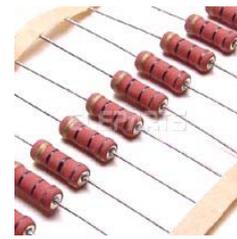
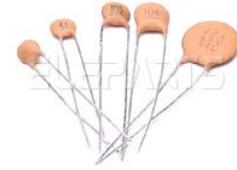
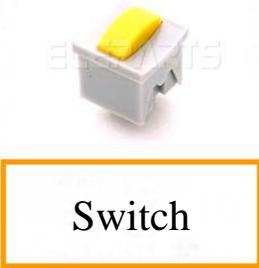
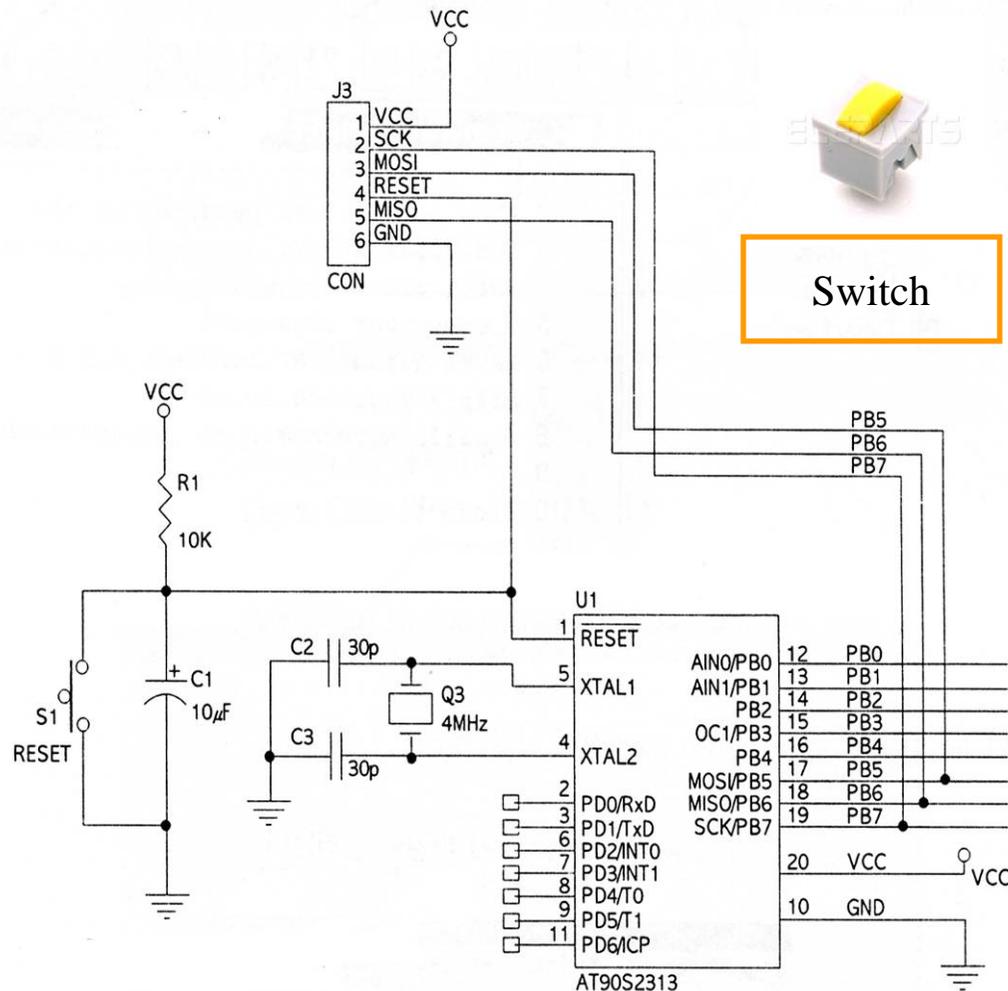
추가부품  
 DB25MALE용 케이스 1개  
 20pin 소켓 1개  
 6pin Connector

출처 : 심대섭, AVR 마이크로프로세서 길잡이, 도서출판 세화, 2002, p100



# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.5. MCU Board 제작

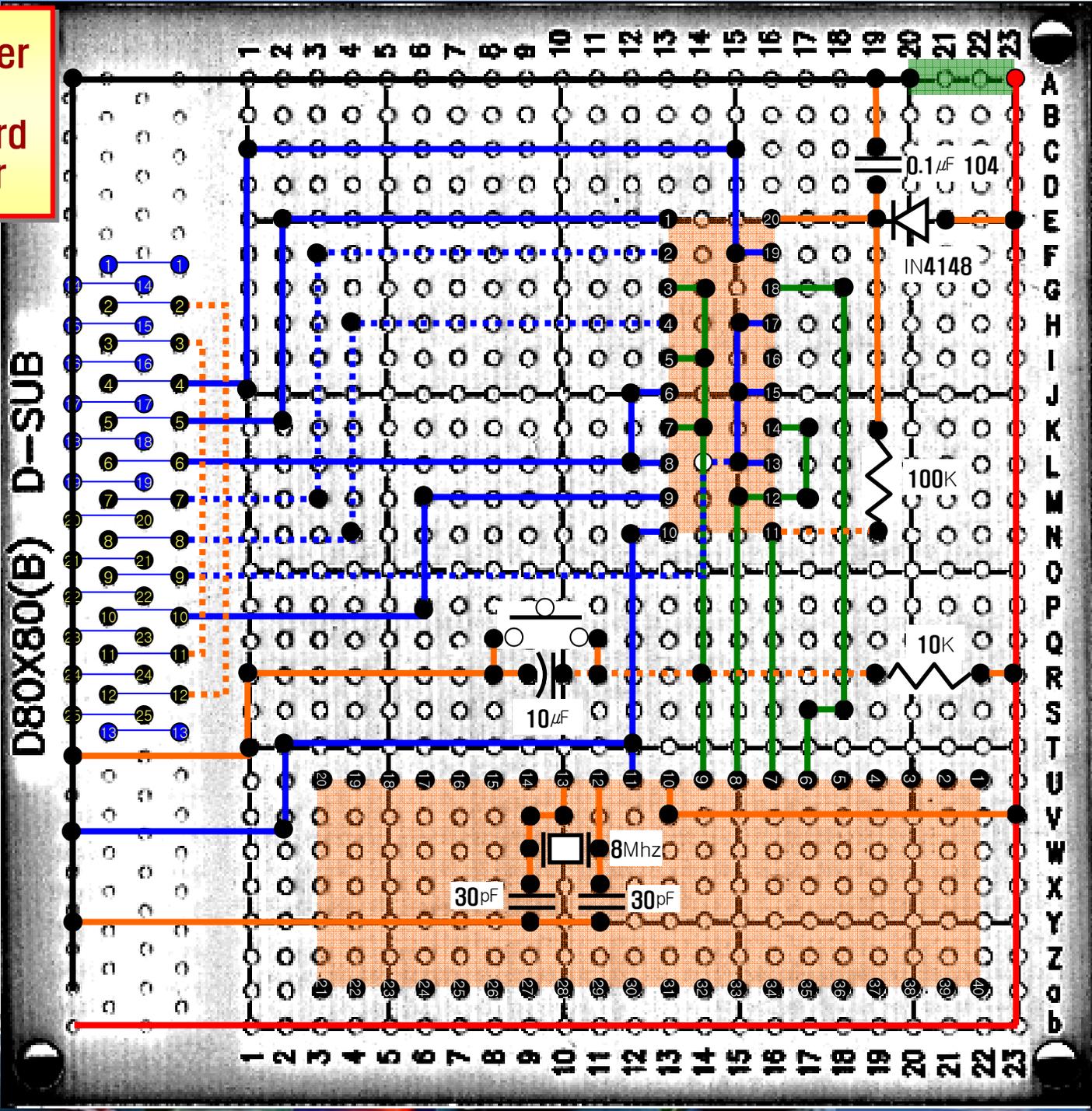


추가부품  
20pin 소켓 1개  
6pin Connector 1개

출처 : 심대섭, AVR 마이크로프로세서 길잡이, 도서출판 세화, 2002, p101



Rom Writer & MCU Board 통합 Ver

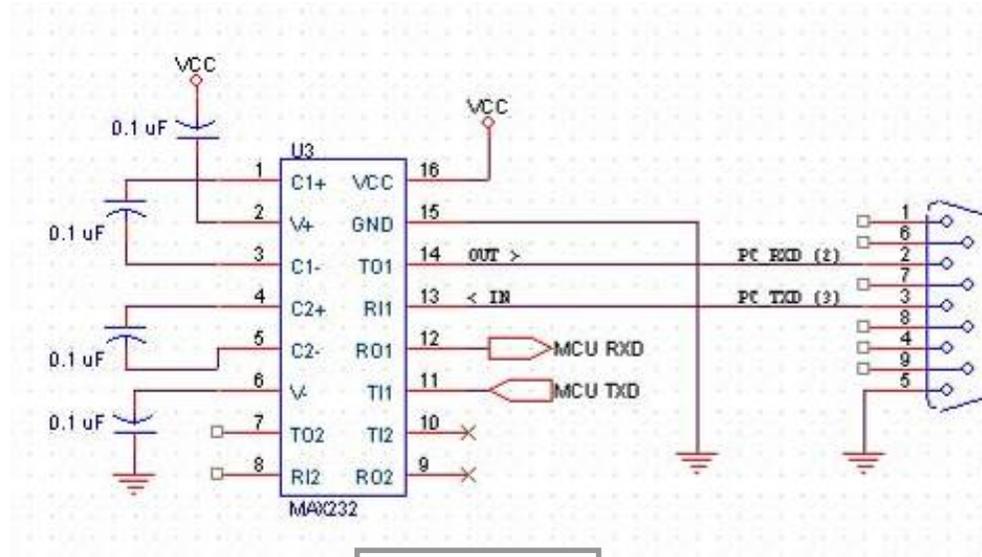


# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.6. RS232 통신 Cable 제작

### ☑ RS232란?

- 컴퓨터들과 그 주변의 장치들 간에 직렬 데이터 통신에 대한 표준
- 본 과제에서는 센서가 측정한 값을 컴퓨터로 전송하여 모니터로 확인할 수 있도록 함



회로도



시제품

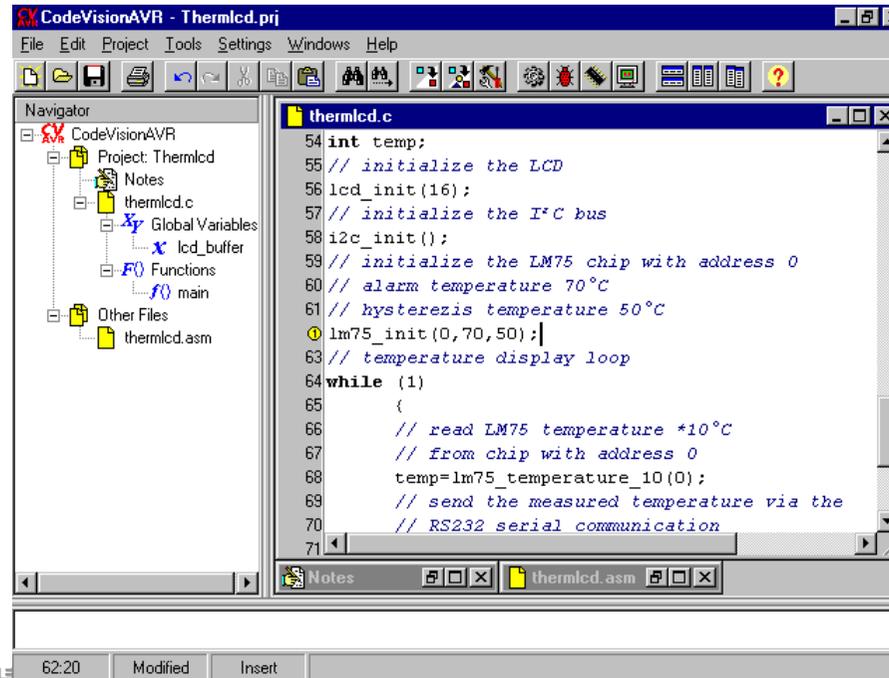


# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.7. 소프트웨어 개발 환경

### ☑ Codevision AVR(HP Info Tech)

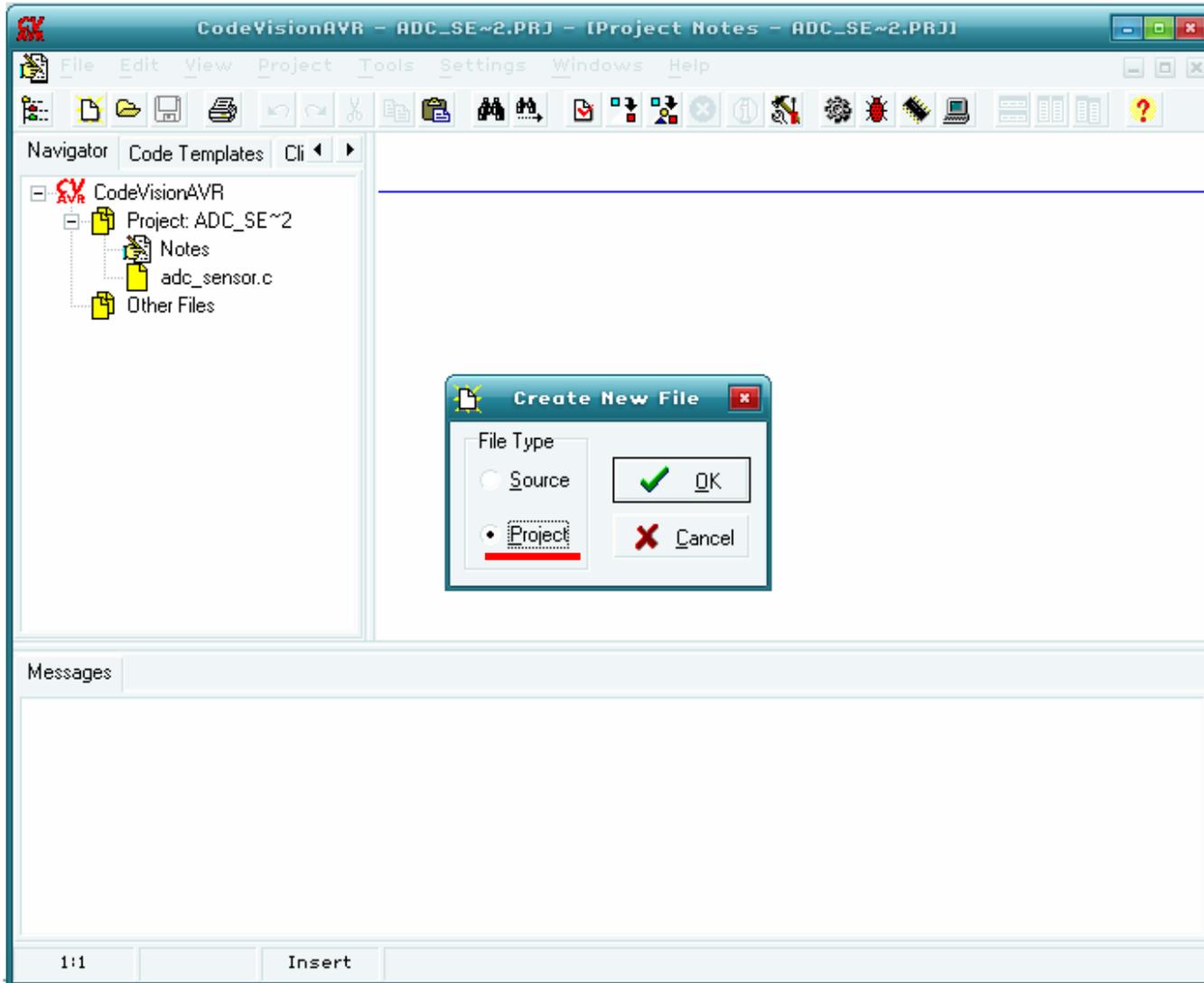
- Visual C++와 같이 통합 개발 환경을 제공
  - 프로그래밍(C 언어), 디버깅, MCU Writing 등이 가능
- <http://www.hpinfotech.ro/html/download.htm> 에서  
평가판 다운로드 후 사용 가능



# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.8. Codevision AVR의 프로젝트 생성(1/3)

Step 1



# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.8. Codevision AVR의 프로젝트 생성(2/3)

Step 2

### 1. Chip Select

USART  Analog Comparator  ADC  SPI  
 I2C  1 Wire  2 Wire (I2C)  
 LCD  Bit-Banged  Project Information  
 Chip  Ports  External IRQ  Timers

Chip: ATmega8535  
 Clock: 8.000000 MHz  
 Check Reset Source  
 Program Type:  
 Application

### 2. RS232 Setup

I2C  1 Wire  2 Wire (I2C)  
 LCD  Bit-Banged  Project Information  
 Chip  Ports  External IRQ  Timers  
 USART  Analog Comparator  ADC  SPI

Receiver  
 Transmitter  Tx Interrupt

Baud rate: 9600 x2  
 Baud Rate Error: 0.2%  
 Communication Parameters:  
 8 Data, 1 Stop, No Parity  
 Mode: Asynchronous

### 3. ADC Setup

I2C  1 Wire  2 Wire (I2C)  
 LCD  Bit-Banged  Project Information  
 Chip  Ports  External IRQ  Timers  
 USART  Analog Comparator  ADC  SPI

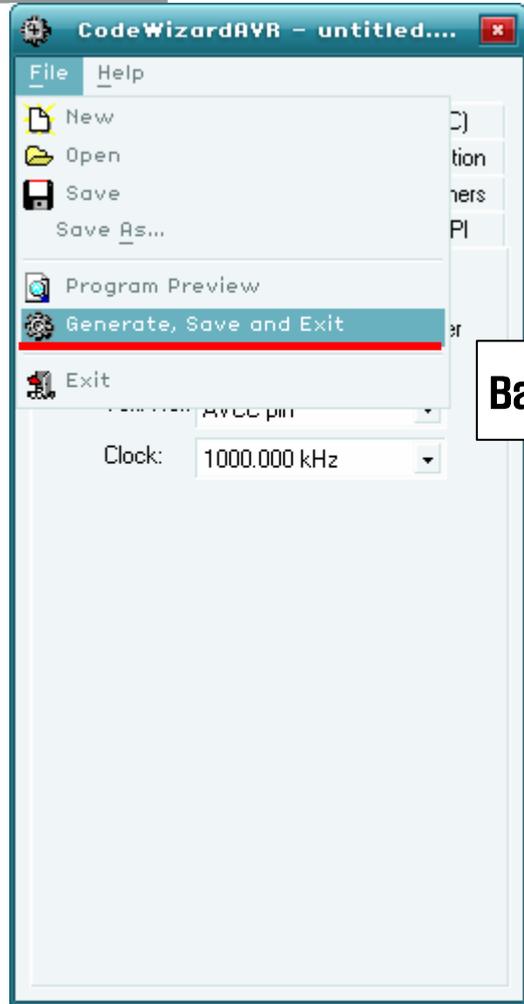
ADC Enabled  Use 8 bits  
 Interrupt  Noise Canceler  
 High Speed  
 Volt. Ref: AVCC pin  
 Clock: 1000.000 kHz



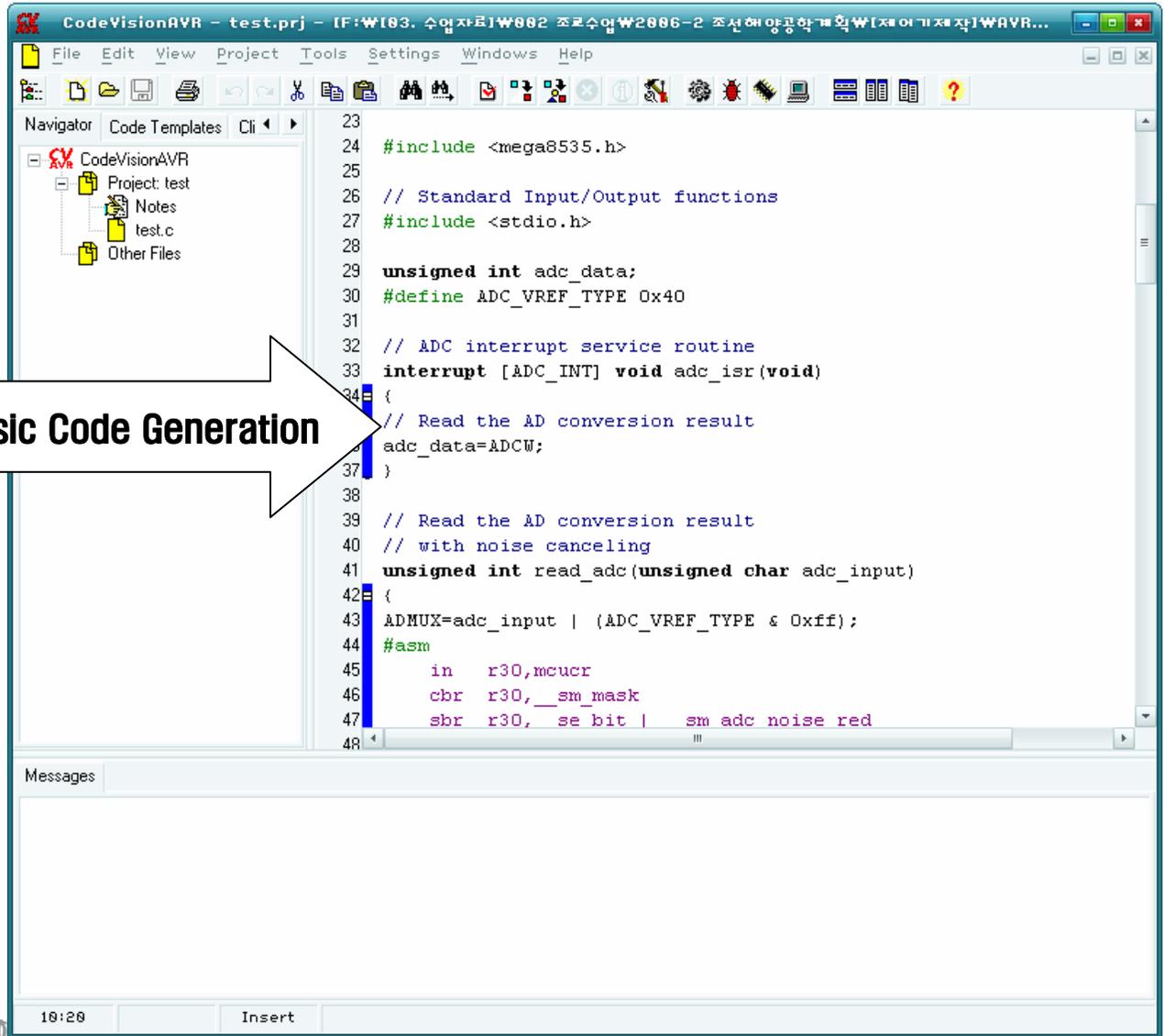
# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.8. Codevision AVR의 프로젝트 생성(3/3)

Step 3



Basic Code Generation



# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.9. Codevision AVR에서의 프로그래밍(1/8)

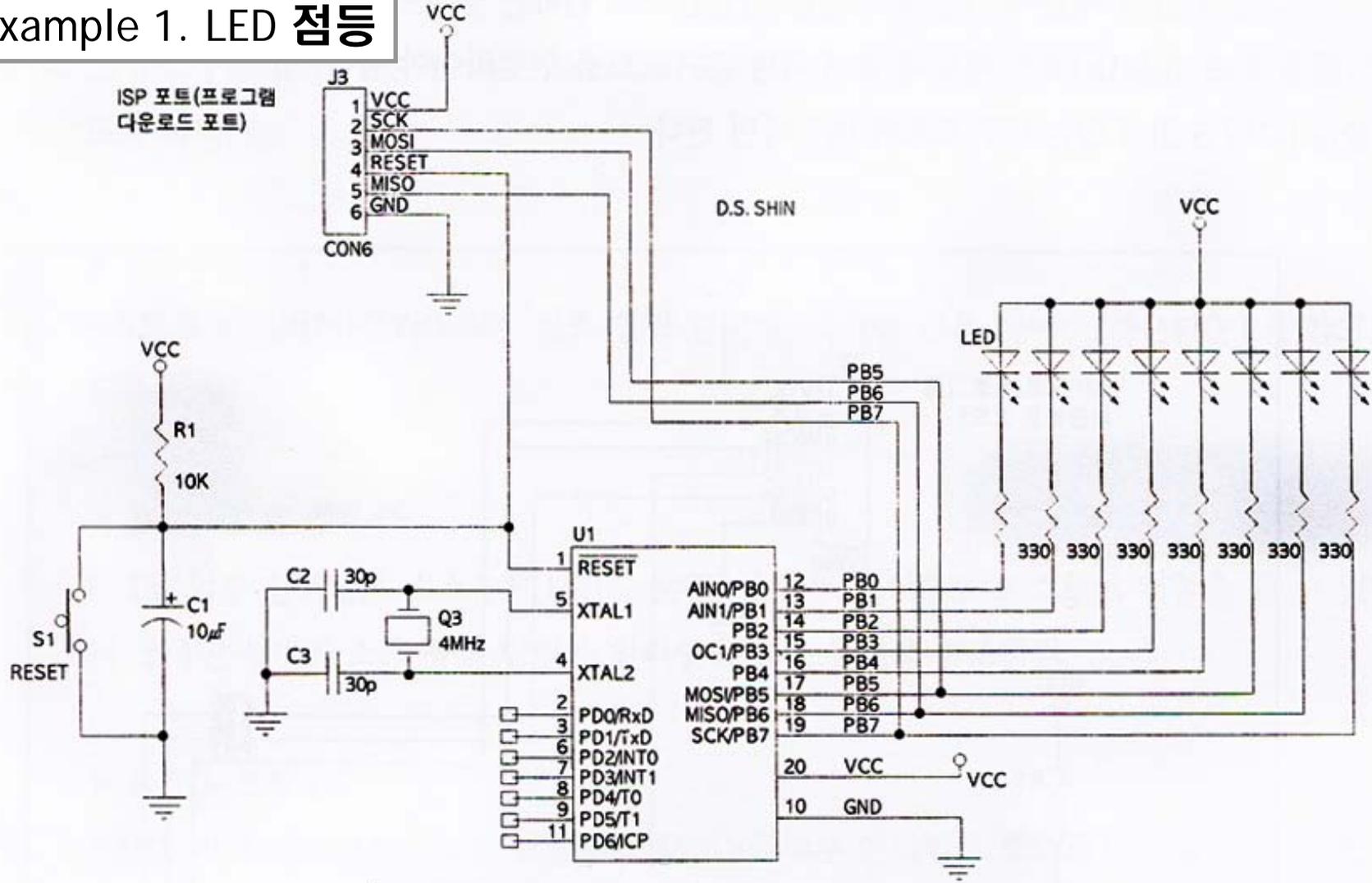
- ☑ 기본적으로 C의 문법을 따른다.
- ☑ Hardware의 입출력을 제어하기 위한 명령어
  - DDR[ ] – [ ]에는 PORT Name이 들어간다 A, B, C, or D
    - 초기에 PORT가 출력용(1), 입력용(0)인지를 결정
      - Ex) DDRB1 = 1 // B PORT 1번 PIN을 출력으로 사용
  - PIN[ ] – [ ]에는 PIN Name이 들어간다 A, B, C, or D
    - Port의 입력을 주관
      - Ex) PINB.1 = 1 // B PORT 1번 PIN의 입력이 有
      - Ex) PINB.1 = 0 // B PORT 1번 PIN의 입력이 無
  - PORT[ ] – [ ]에는 PORT Name이 들어간다 A, B, C, or D
    - Port의 출력을 주관
      - Ex) PORTD.0 = 1 // D PORT 0번 PIN의 출력이 有
      - Ex) PORTD.0 = 0 // D PORT 0번 PIN의 출력이 無
  - Byte 단위 입출력이 가능
    - PORT B = 8 bit로 1 Byte를 구성한다
      - Ex) PORTB = 0xFF
        - » PORTB.0~PORTB.7에 1을 출력하여 11111111의 구성을 한다
        - » LED를 8개 연결하였다면 8개의 LED에 불이 들어오게 된다.



# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.9. Codevision AVR에서의 프로그래밍(2/8)

Example 1. LED 점등



서울대학교 조선해양공학과 석사 2학년 교과목 "조선해양공학계측", 2006학년도 2학기



# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.9. Codevision AVR에서의 프로그래밍(3/8)

```

#include <mega8535.h>
#include <delay.h>

int count;
void main(void)
{

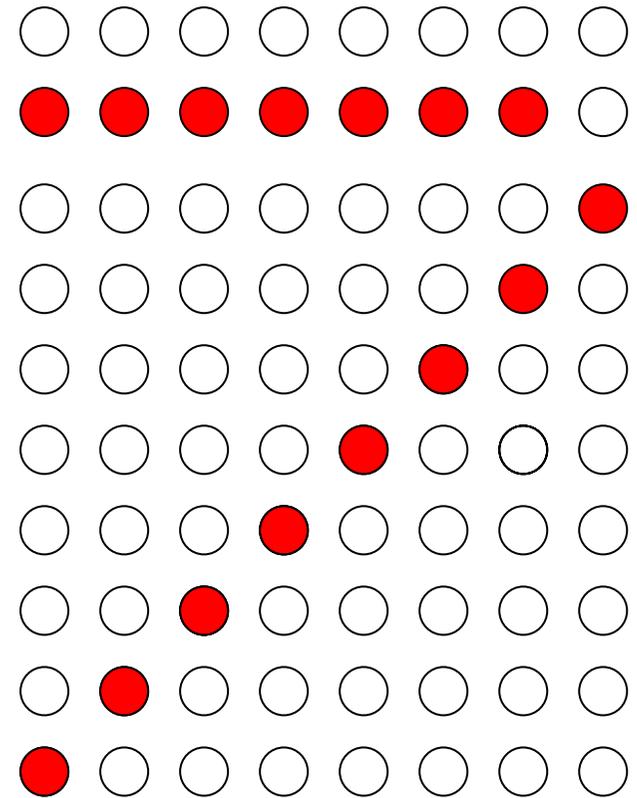
    DDRB=0xff;          // PORT B를 출력으로 사용
    PORTB = 0xff;      // PORT B를 '11111111'로 초기화

    while (1)
    {
        led = 0x01;    //PORT B를 '00000001'로 초기화

        for(count = 0; count <8 ; count++)
        {
            PORTB = ~led; // NOT 연산을 수행하여
                           // PORT B로 출력
            led = led << 1; // 1 Bit씩 Shift 연산을 수행

            delay_ms(500); // 500ms Delay
        }
    }
}

```

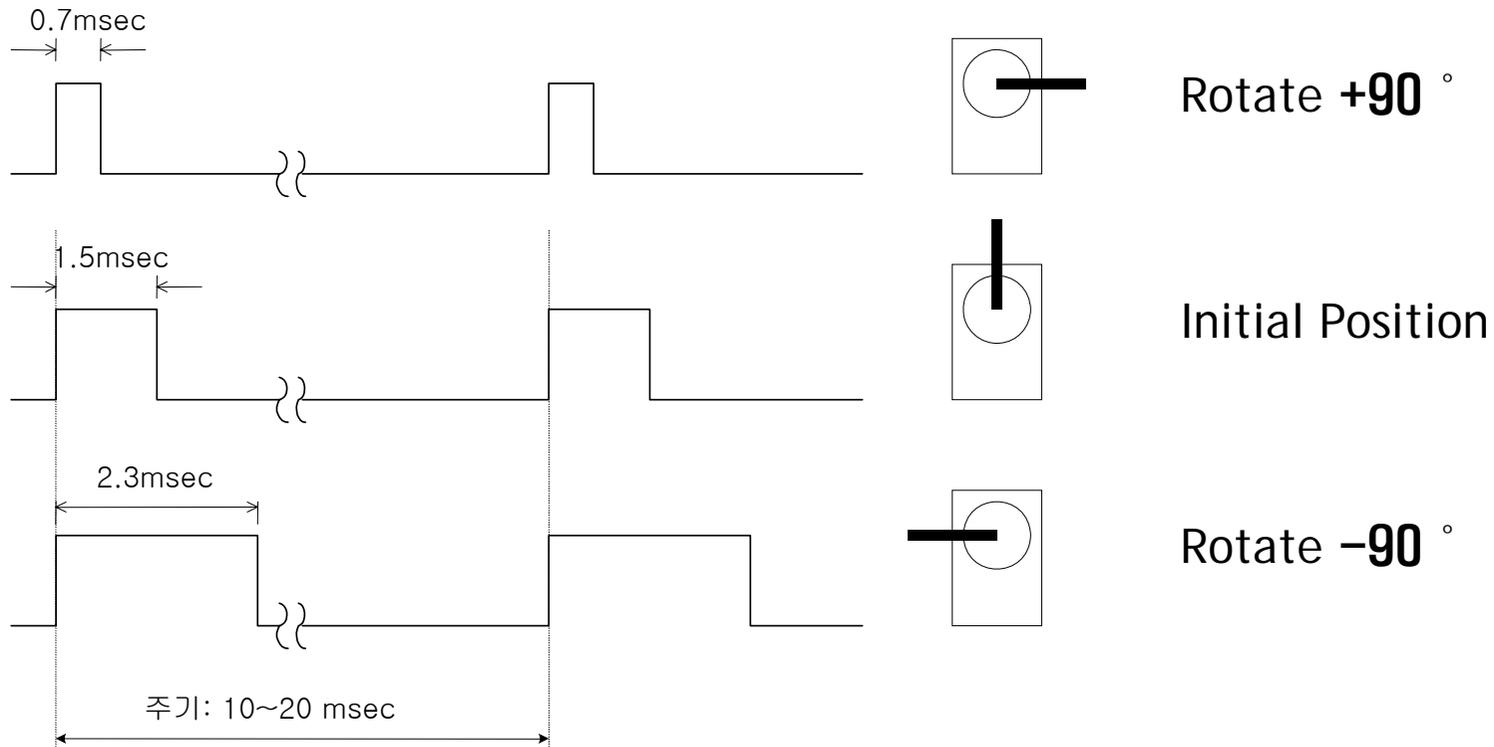


# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.9. Codevision AVR에서의 프로그래밍(4/8)

### ☑ 서보모터

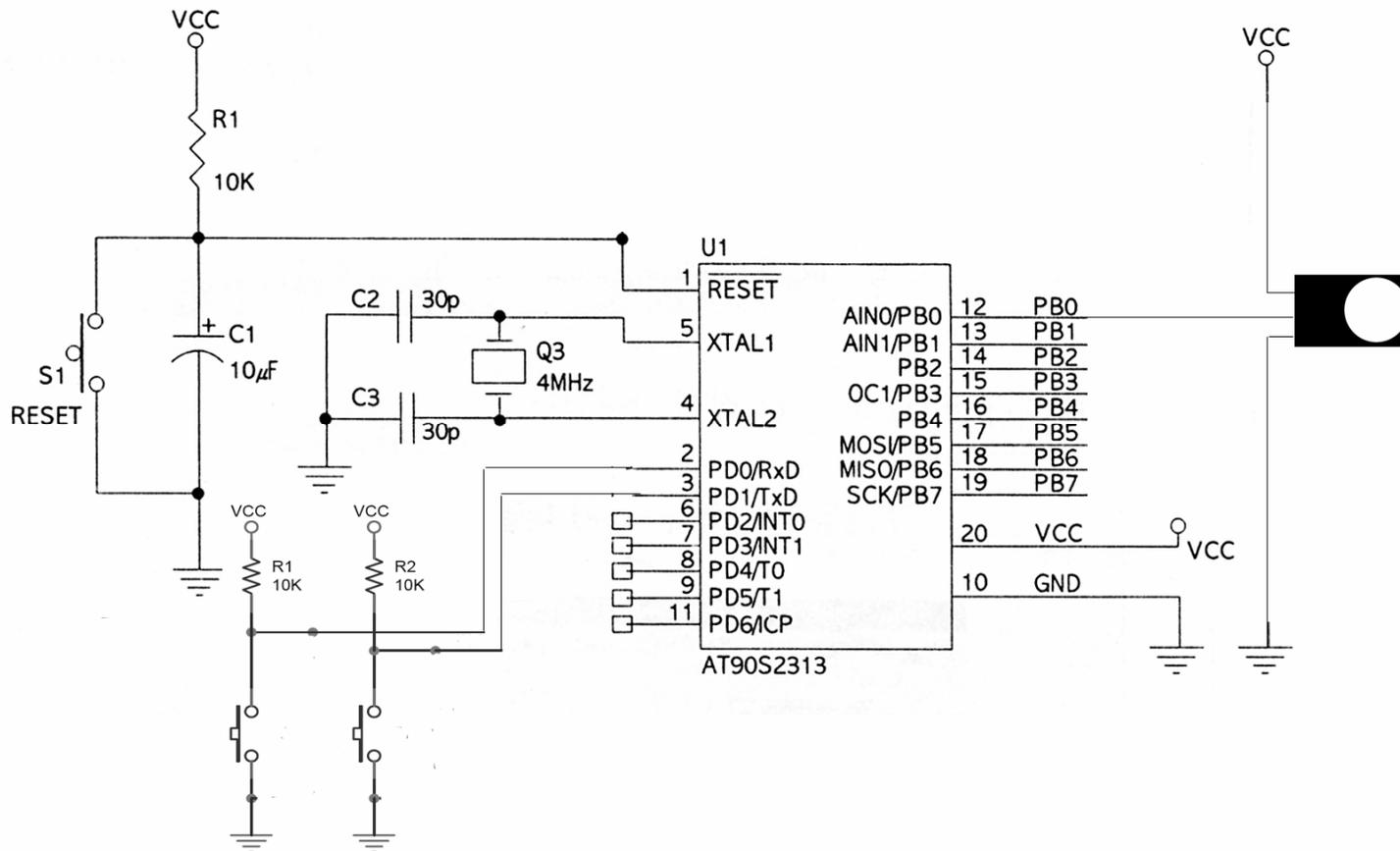
- 사용자의 명령에 따라 회전 각을 조절할 수 있는 일련의 모터.
- 여기서는 RC(Remote Control)용 서보모터를 지칭.
- 10ms ~ 20ms의 주기의 펄스 신호의 폭을 조절하여 제어



# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.9. Codevision AVR에서의 프로그래밍(5/8)

Example 2. Servo Motor Control



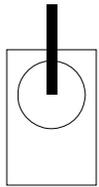
# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.9. Codevision AVR에서의 프로그래밍(6/8)

———— 펄스폭  
———— 주기

```
#include <mega8535.h>
#include <delay.h>

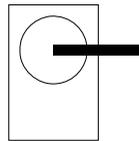
void servo_init( )
{
    int i;
    for(i=0; i<30; i++)
    {
        PORTB.2 = 1;
        delay_us(1500);
        PORTB.2 = 0;
        delay_ms(10);
    }
}
```



Initial Position

```
void servo_rgo( )
{
    int i;

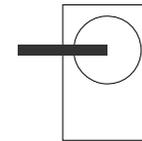
    for(i=0; i<30; i++)
    {
        PORTB.2 = 1;
        delay_us(700);
        PORTB.2 = 0;
        delay_ms(10);
    }
}
```



Rotate +90 °

```
void servo_lgo( )
{
    int i;

    for(i=0; i<30; i++)
    {
        PORTB.2 = 1;
        delay_us(2300);
        PORTB.2 = 0;
        delay_ms(10);
    }
}
```



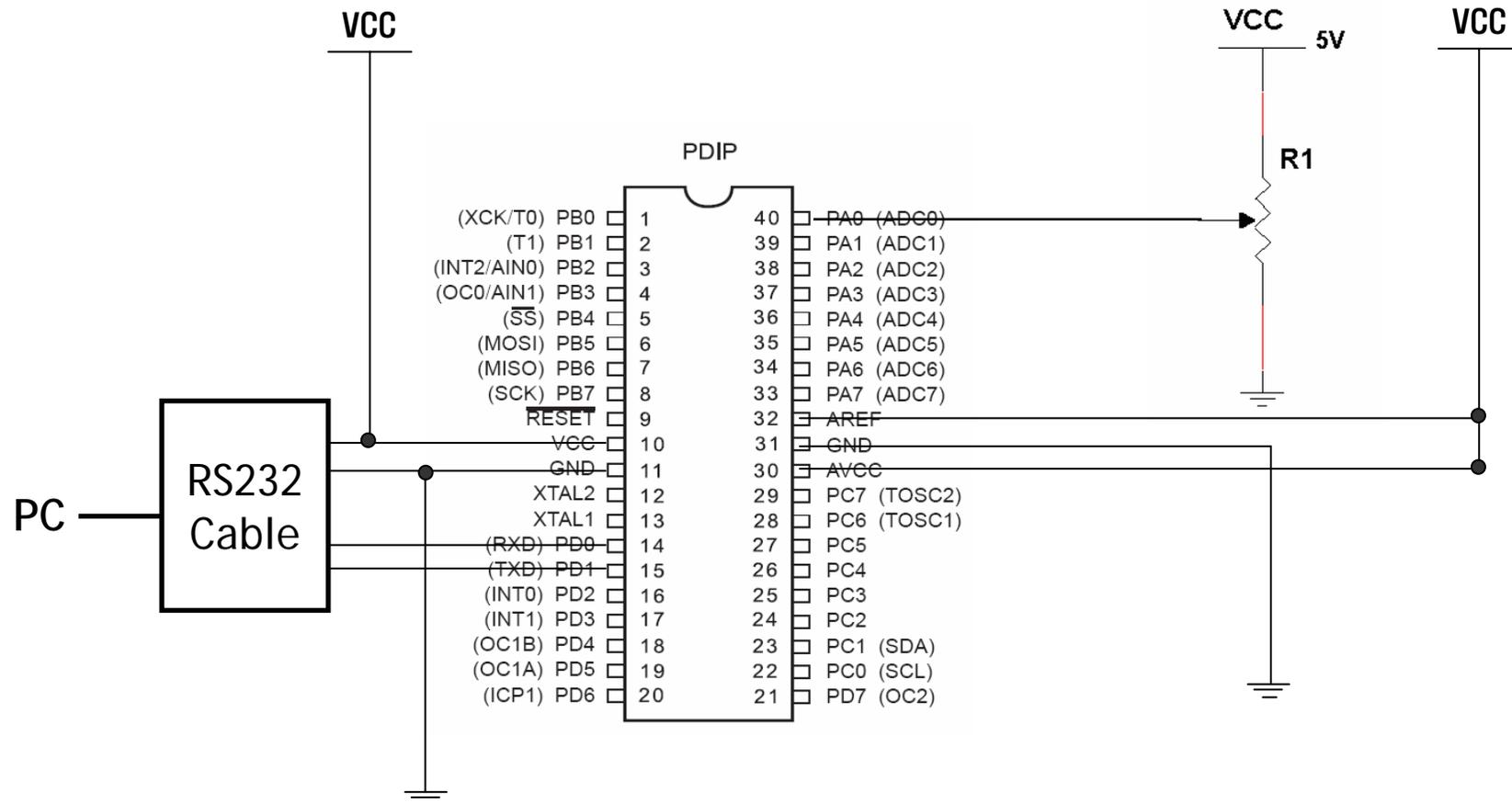
Rotate -90 °

# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.9. Codevision AVR에서의 프로그래밍(7/8)

### Example 2. ADC Input & RS232 Output

- ☑ 가변저항 R1에 의한 저항 변화→전류변화(Analog)를 ADC를 통해 Digital로 Converting
- ☑ Converting된 Digital 값을 RS232 Cable을 통해 PC로 전송, 모니터로 확인



# 8. 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 제작

## 8.9. Codevision AVR에서의 프로그래밍(8/8)

### ADC로 부터 Digital 값 읽기(함수)

```
#include <mega8535.h>
#include <delay.h>

unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    #asm
        in    r30,mcucr
        cbr  r30,__sm_mask
        sbr  r30,__se_bit | __sm_adc_noise_red
        out  mcucr,r30
        sleep
        cbr  r30,__se_bit
        out  mcucr,r30
    #endasm
    return adc_data;
}
```

### Digital 값 모니터에 출력하기(RS232)

```
void main(void)
{
    int rs232;
    while(1)
    {
        rs232 = read_adc(0);
        printf("PORTA.0 = %d", rs232);
    }
}
```



# 9. 모형선박 제작 과정 및 Contest

## 9.1. Term Project 사례 1 :

초음파센서 3개를 탑재한 자율 주행형 단동선

## 9.2. Term Project 사례 1 :

초음파센서 5개를 탑재한 자율 주행형 단동선

## 9.3. Term Project 사례 1 :

초음파센서 4개를 탑재한 자율 주행형 단동선

## 9.4. 모형선박 성능 Contest



# 제작된 모형선박

## Term Project 사례 1

1. 초음파센서 2개를 탑재한 자율 주행형 단동선



## Term Project 사례 2

2. 초음파센서 5개를 탑재한 자율 주행형 단동선



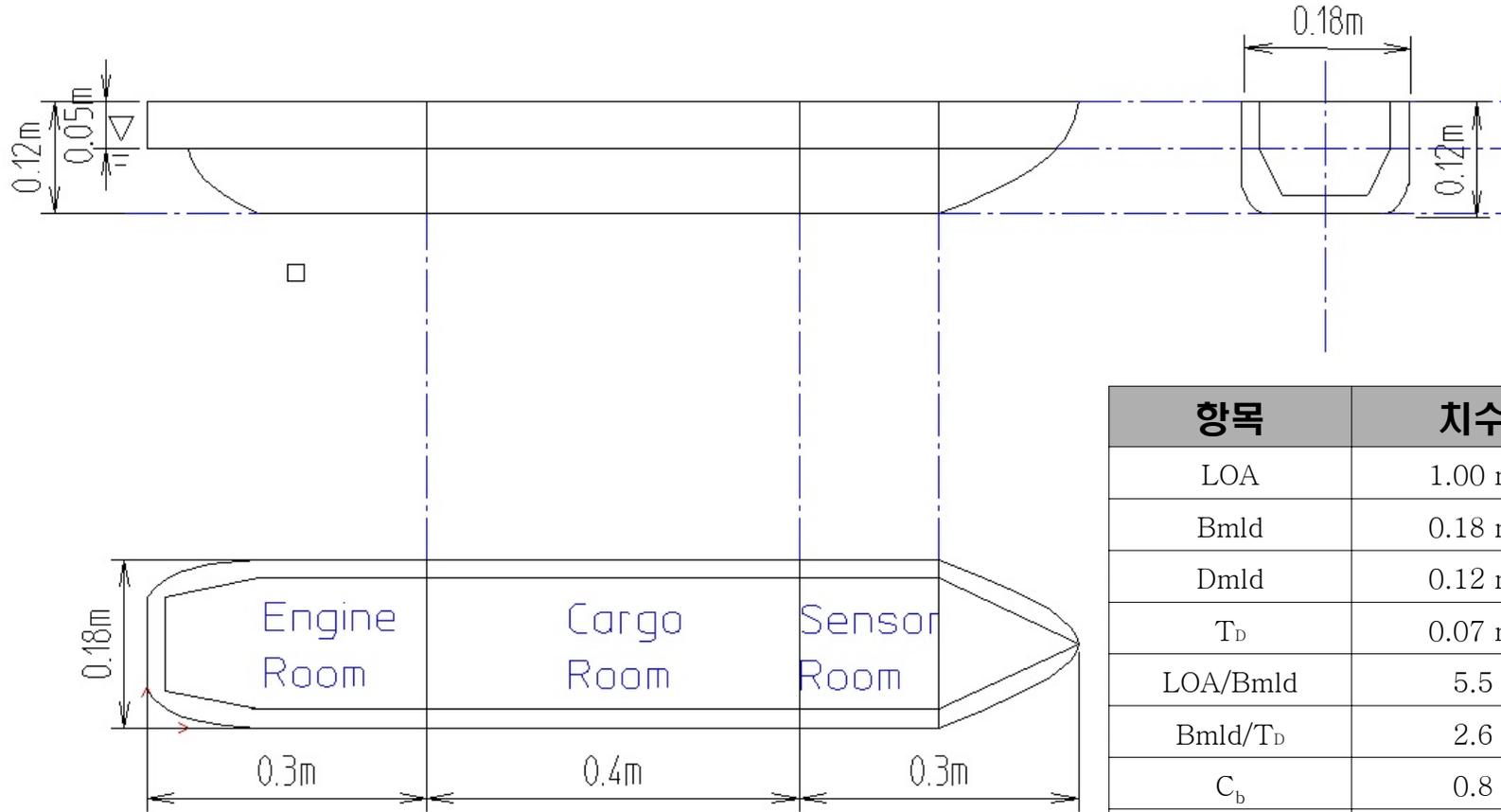
## Term Project 사례 3

3. 초음파센서 4개를 탑재한 자율 주행형 단동선



# 1. 초음파센서 2개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 개략 일반 배치도

Term Project 사례 1

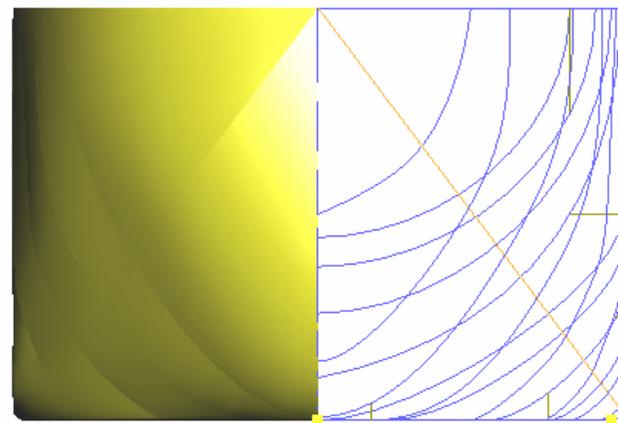
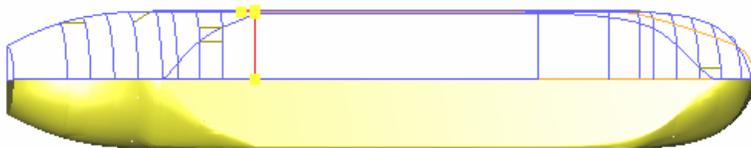
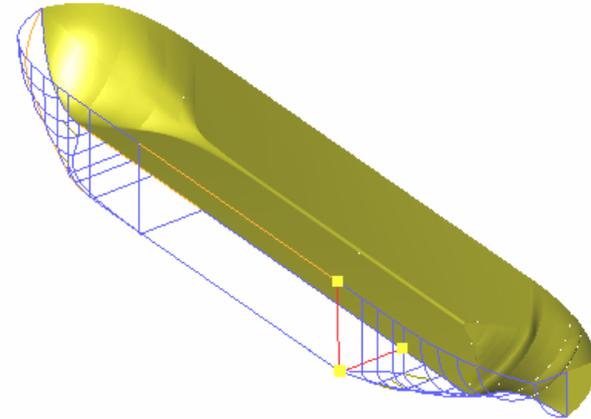


항목	치수
LOA	1.00 m
Bmld	0.18 m
Dmld	0.12 m
T <sub>b</sub>	0.07 m
LOA/Bmld	5.5
Bmld/T <sub>b</sub>	2.6
C <sub>b</sub>	0.8
DWT	6 kg
LWT	3.39 kg(추정)



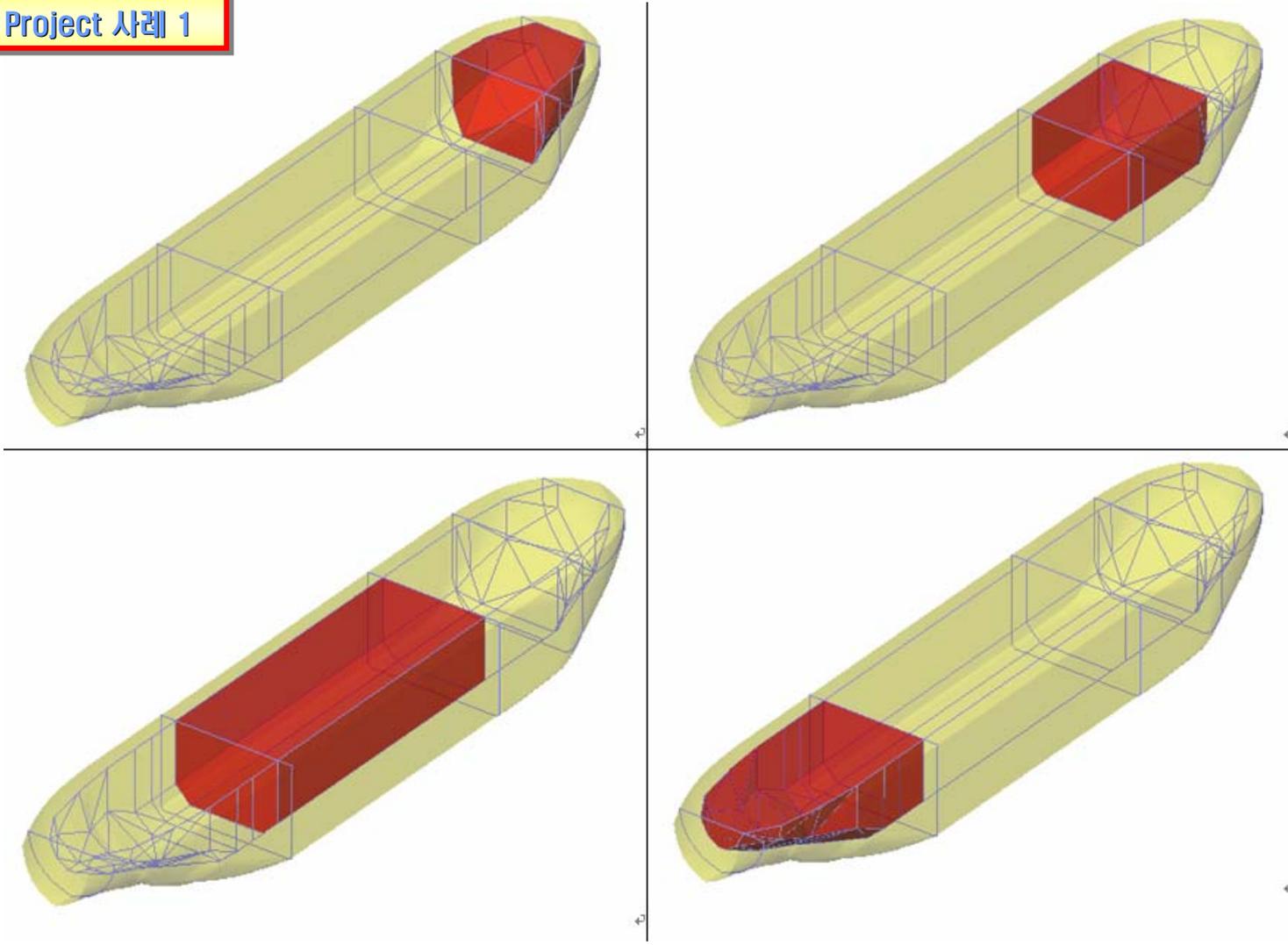
# 1. 초음파센서 2개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 선형설계

Term Project 사례 1



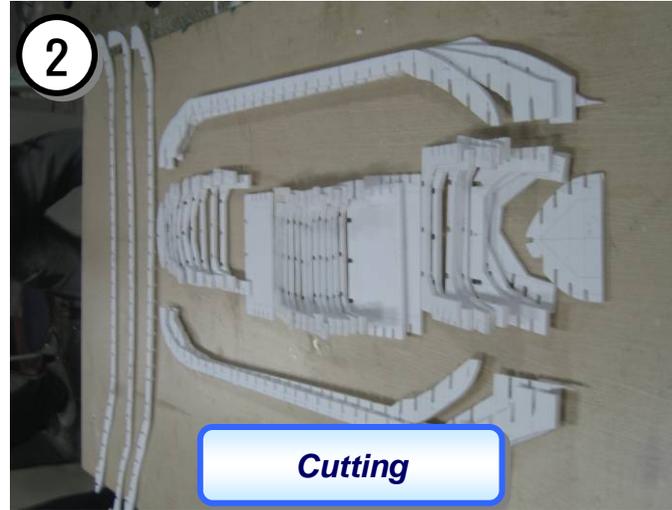
# 1. 초음파센서 2개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 구획설계

Term Project 사례 1



# 1. 초음파센서 2개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 선체 조립 및 외판 작업

Term Project 사례 1



서울대학교 조선해양공학과 2006년도 2학기



# 1. 초음파센서 2개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 도장 및 추진부 설치

Term Project 사례 1

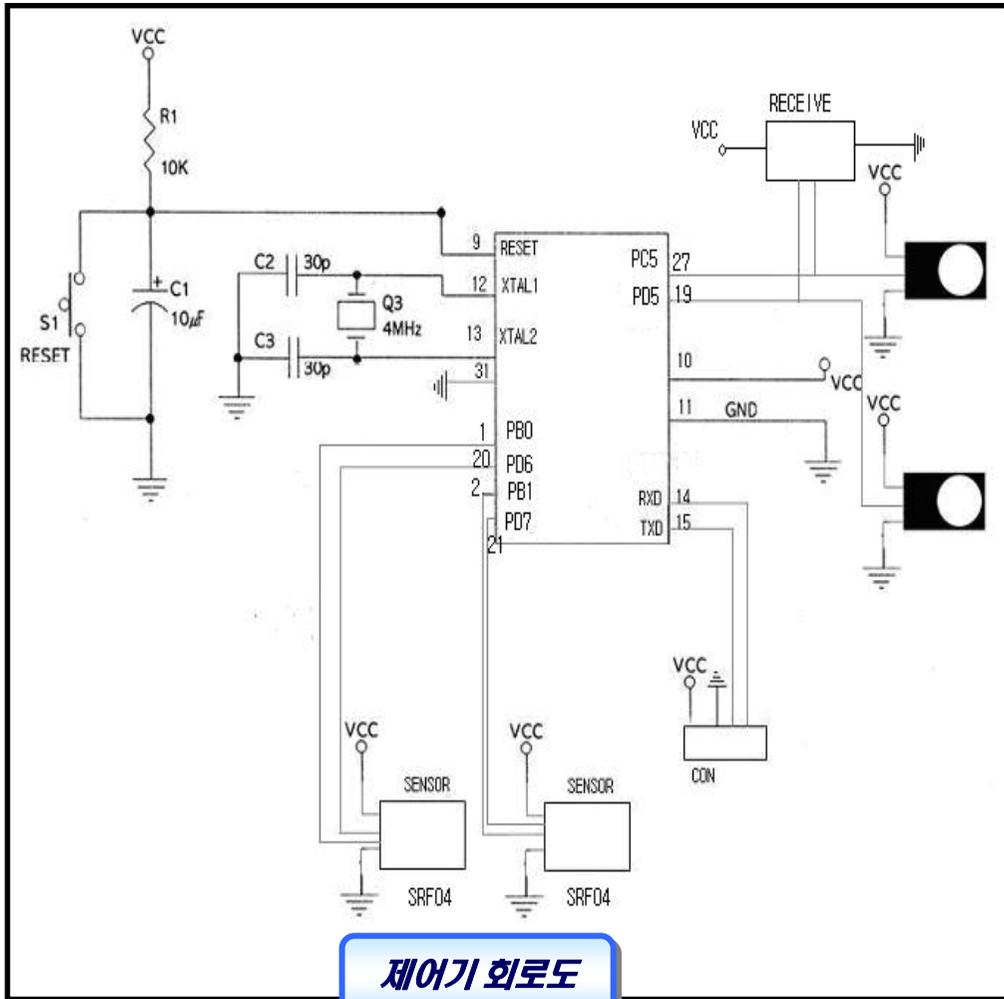


서울대학교 조선해양공학과 석사 2학년 최민준, 2000년 2학기



# 1. 초음파센서 2개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 제어부 설계 및 제작

Term Project 사례 1

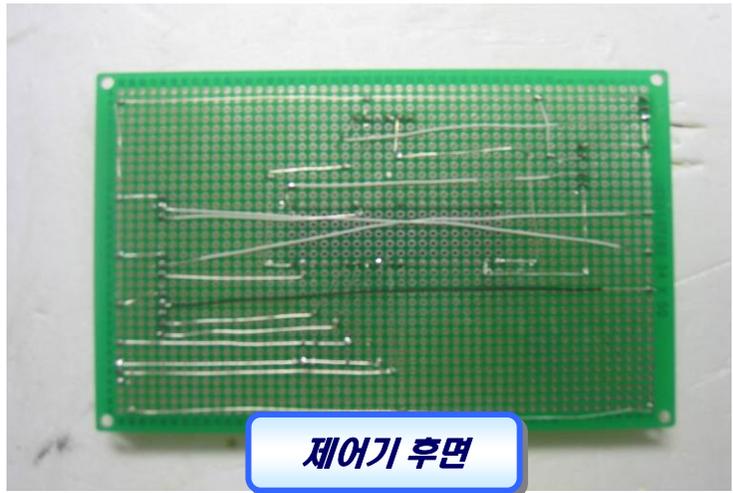


제어기 회로도

센서연결



제어기 전면

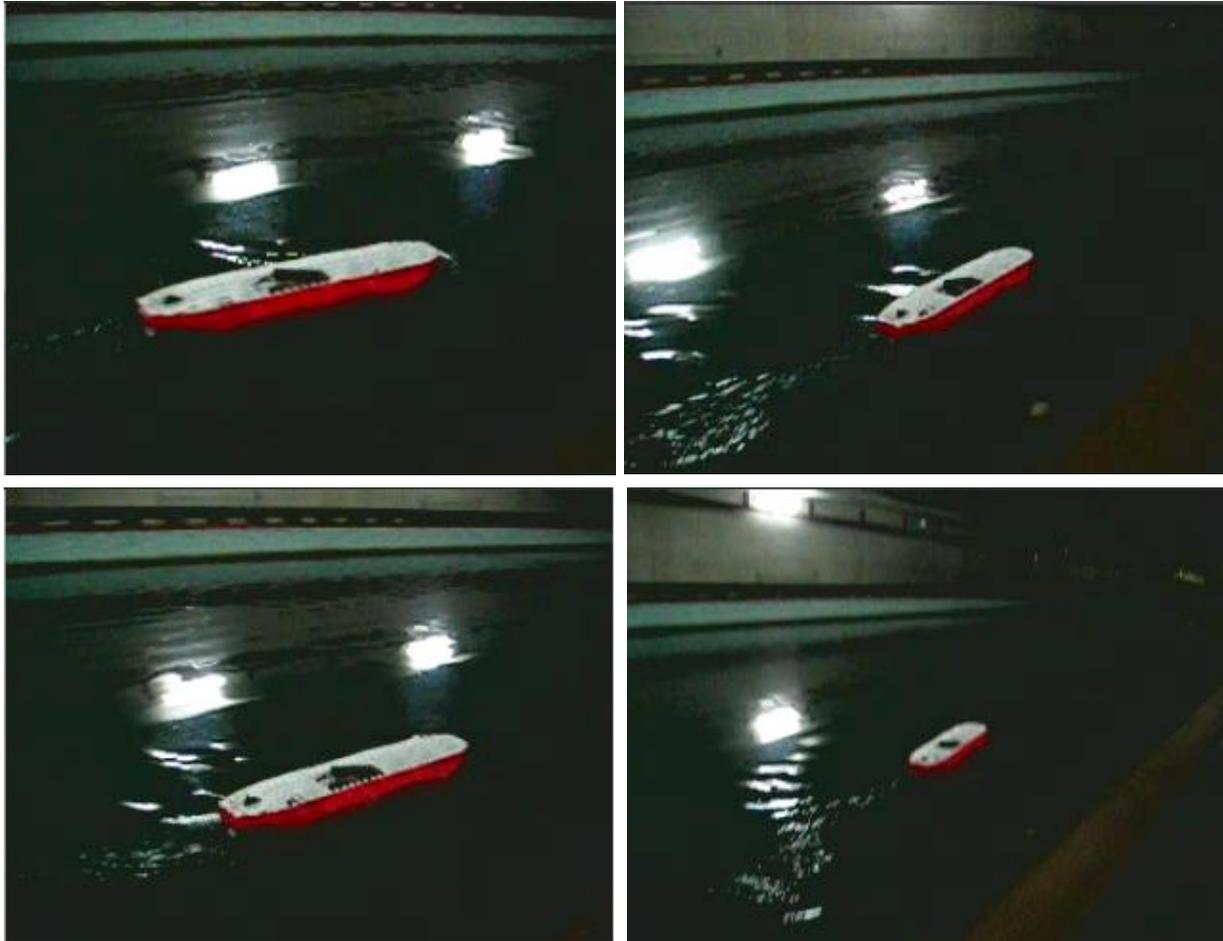


제어기 후면



# 1. 초음파센서 2개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 시운전

Term Project 사례 1

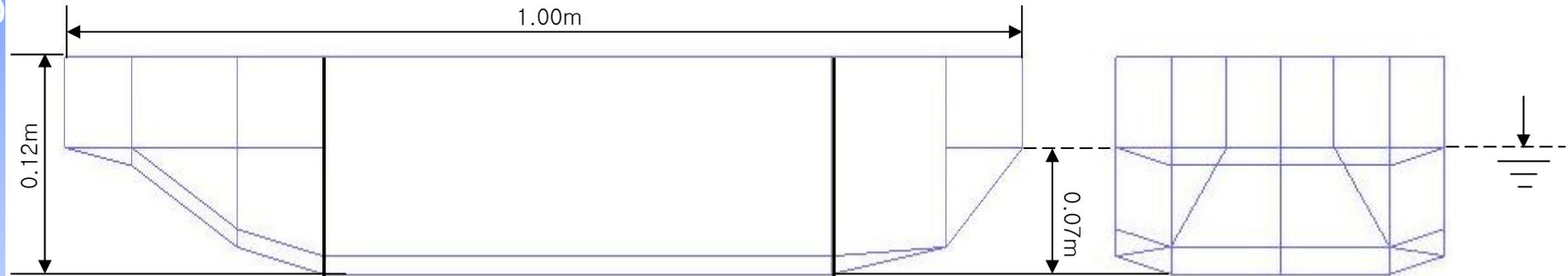


서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



## 2. 초음파센서 5개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 개략 일반 배치도

Term Project 사례 2

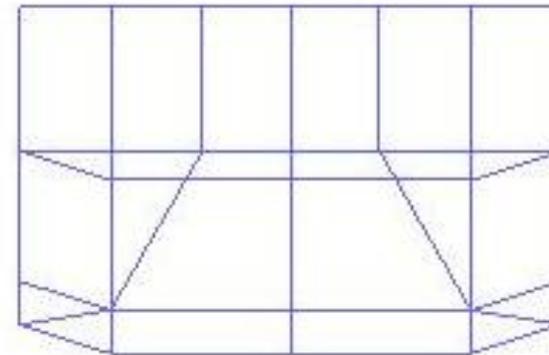
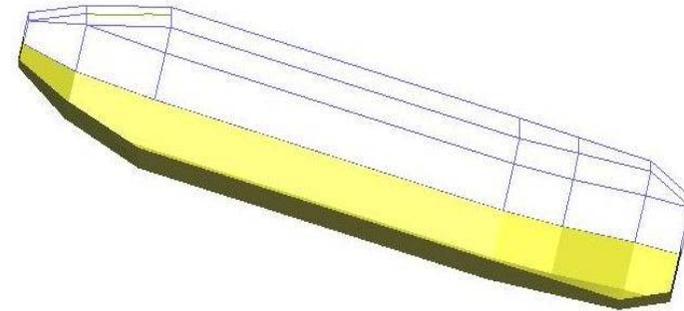


항목	치수
LOA	1.00 m
Bmld	0.18 m
Dmld	0.12 m
$T_D$	0.07 m
LOA/Bmld	5.5
Bmld/ $T_D$	2.6
$C_b$	0.7679
DWT	6 kg
LWT	3.56 kg(추정)



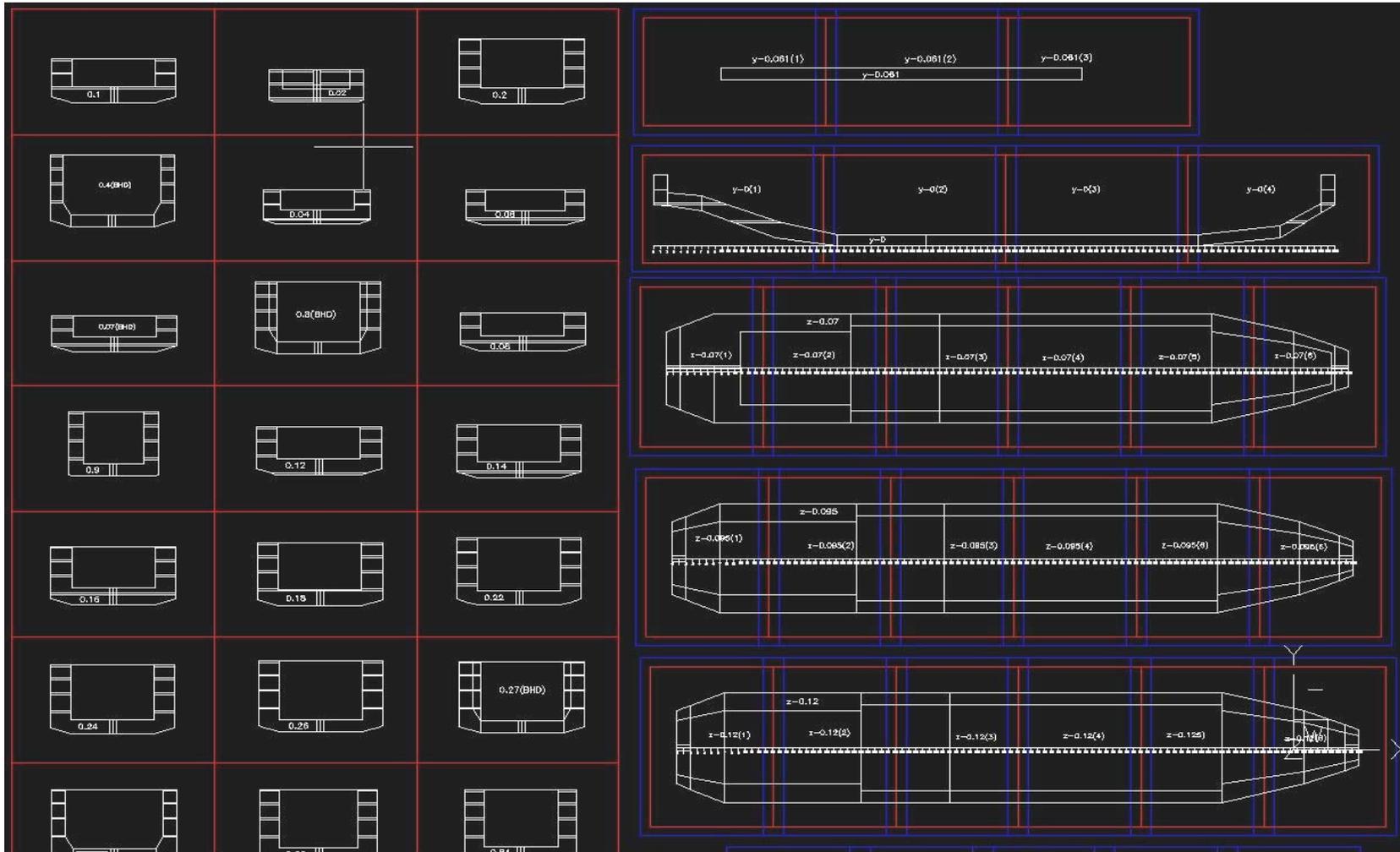
## 2. 초음파센서 5개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 선형설계

Term Project 사례 2



# 2. 초음파센서 5개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 구획설계 후 도면 부재별 도면 생성

Term Project 사례 2

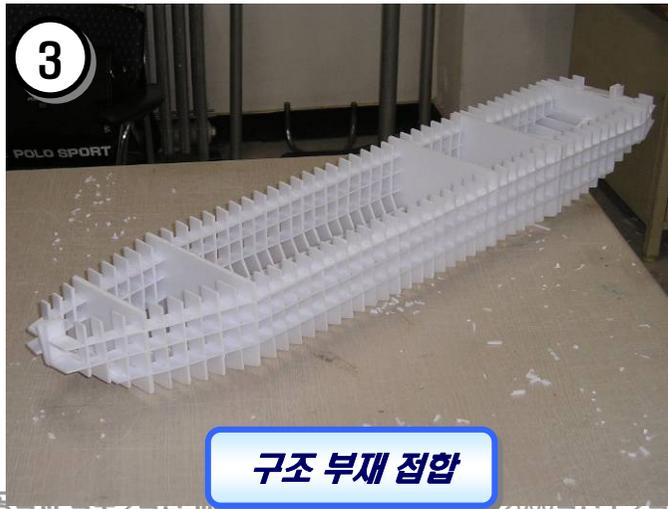


서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



## 2. 초음파센서 5개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 선체 조립 및 외판 작업

Term Project 사례 2

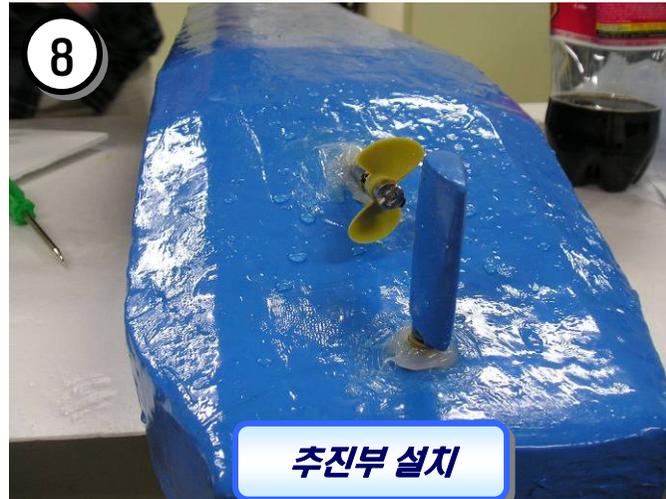


서울대학교 조선해양공학과 2009년도 2학기



## 2. 초음파센서 5개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 도장 및 추진부 설치

Term Project 사례 2

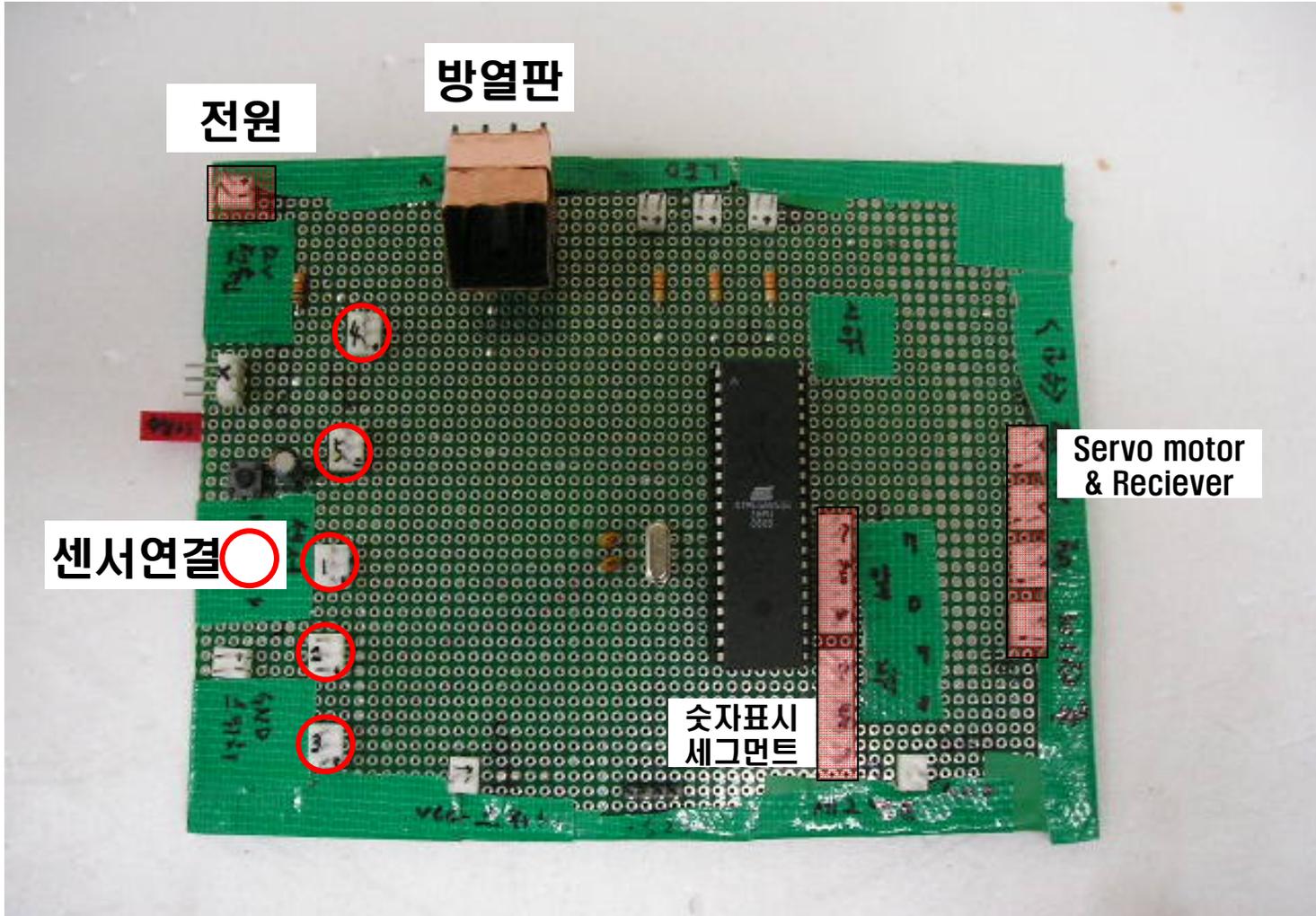


서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



## 2. 초음파센서 5개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 제어부 설계 및 제작

Term Project 사례 2



서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



## 2. 초음파센서 5개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 시운전

Term Project 사례 2

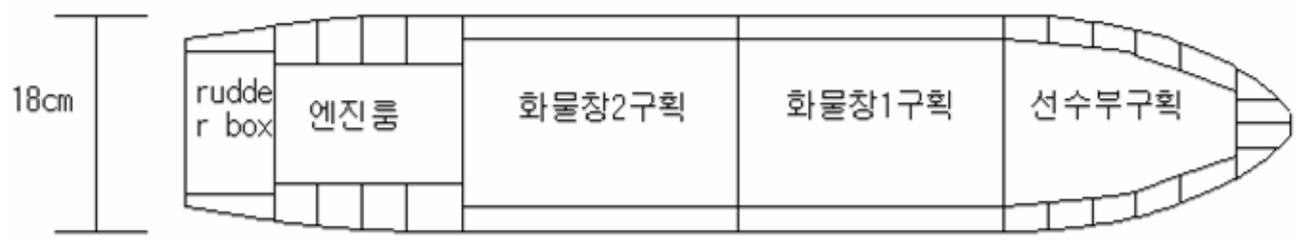
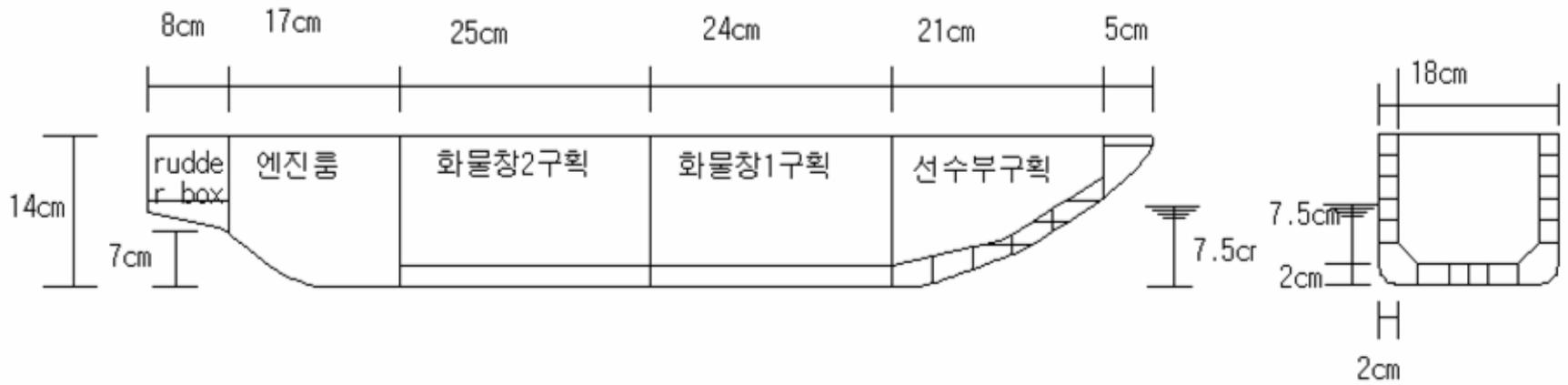


서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 3. 초음파센서 4개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 개략 일반 배치도

Term Project 사례 3



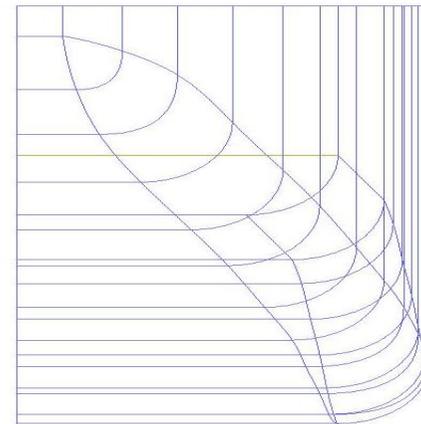
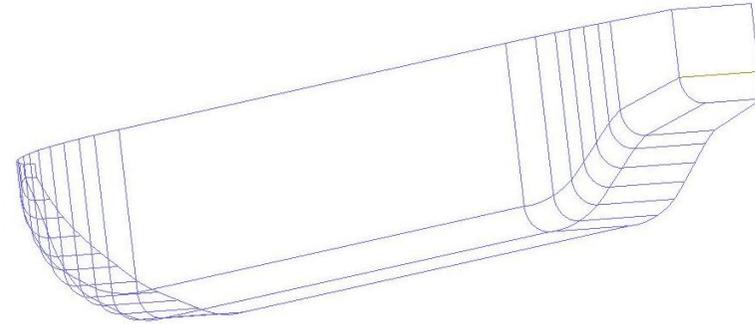
항목	치수
LOA	1.00 m
Bmld	0.18 m
Dmld	0.14 m
T <sub>D</sub>	0.075 m
LOA/Bmld	5.5
Bmld/T <sub>D</sub>	2.4
C <sub>b</sub>	0.75
DWT	6 kg
LWT	3.85 kg(추정)

서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



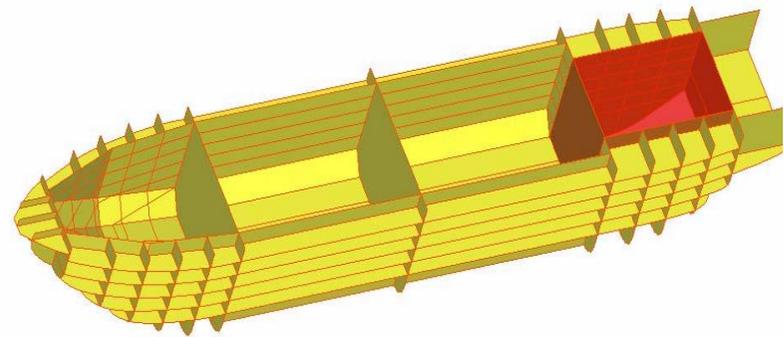
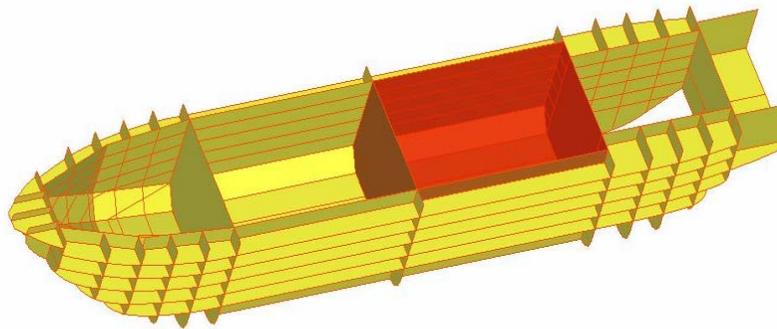
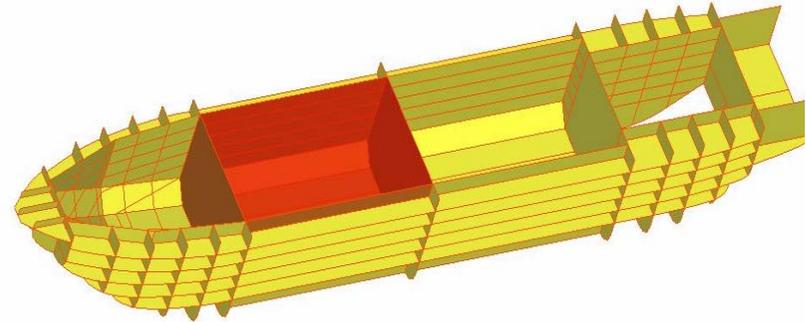
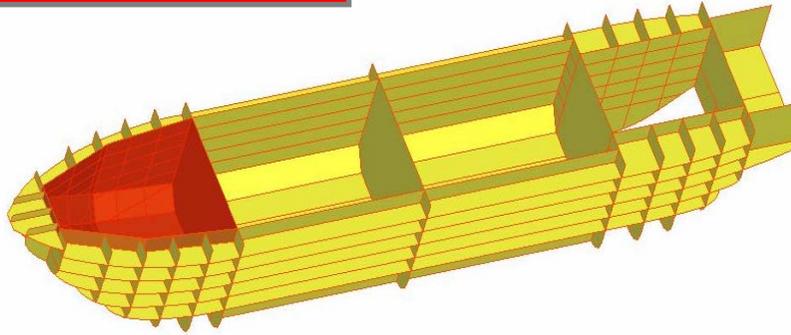
### 3. 초음파센서 4개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 선형설계

Term Project 사례 3



### 3. 초음파센서 4개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 구획설계

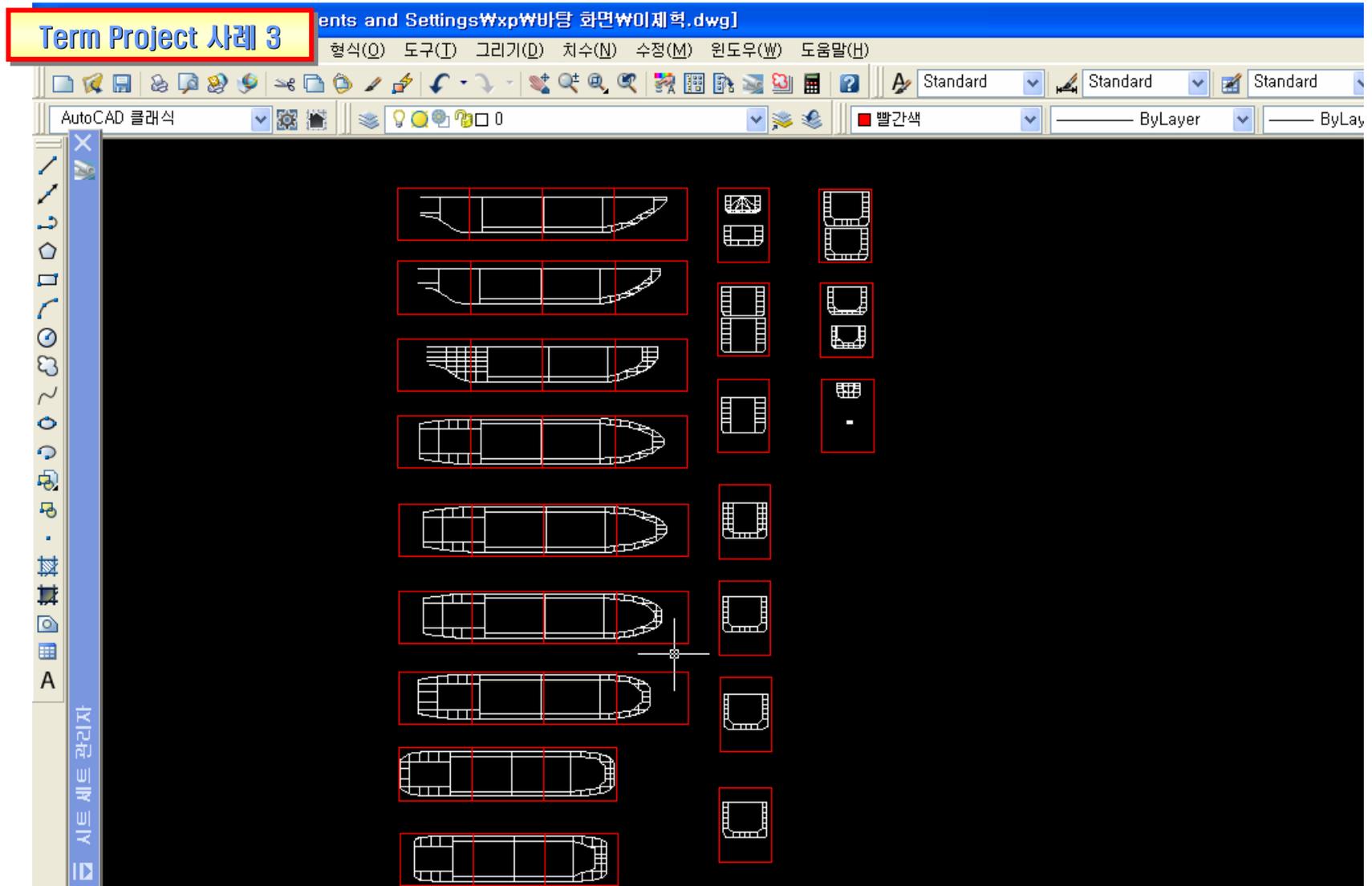
Term Project 사례 3



서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 3. 초음파센서 4개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 구획설계 후 도면 부재별 도면 생성

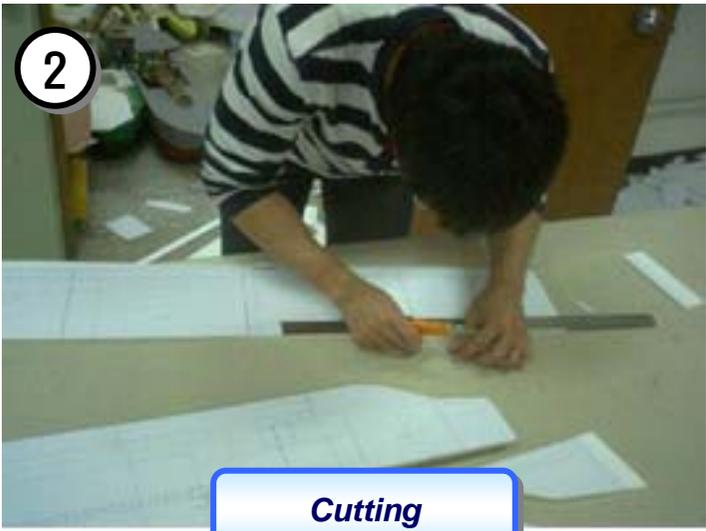


서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



### 3. 초음파센서 4개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 선체 조립 및 외판 작업

Term Project 사례 3

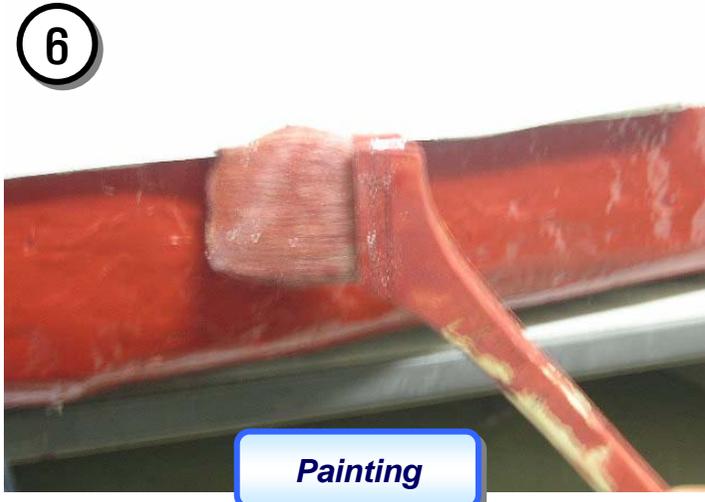


서울대학교 조선해양



### 3. 초음파센서 4개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 도장 및 추진부 설치

Term Project 사례 3

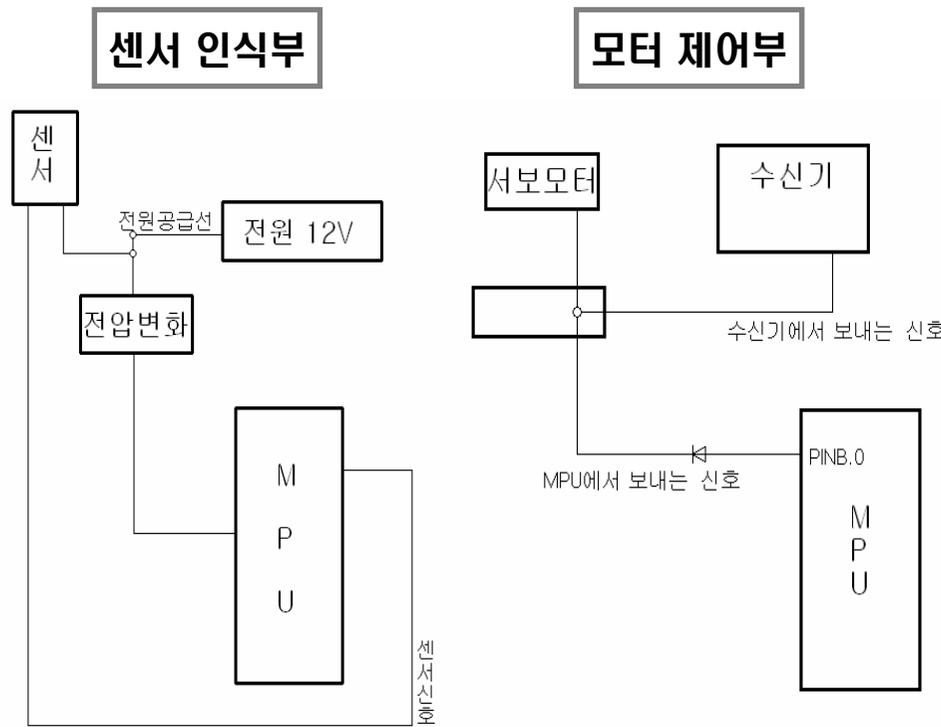


서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교... 계획", 2006학년도 2학기

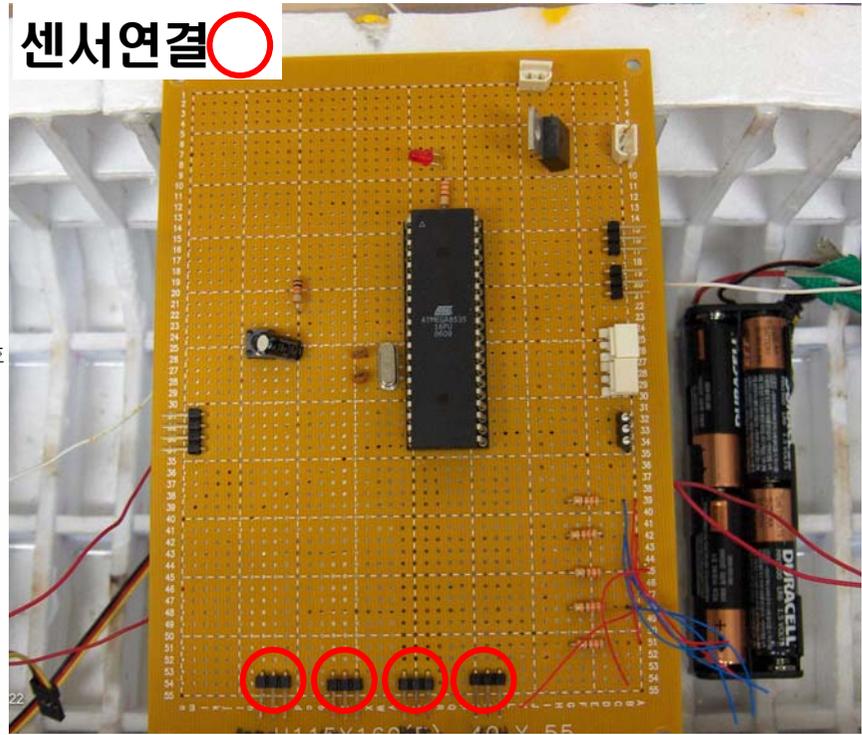


# 3. 초음파센서 4개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 제어부 설계 및 제작

Term Project 사례 3



제어부 개념도

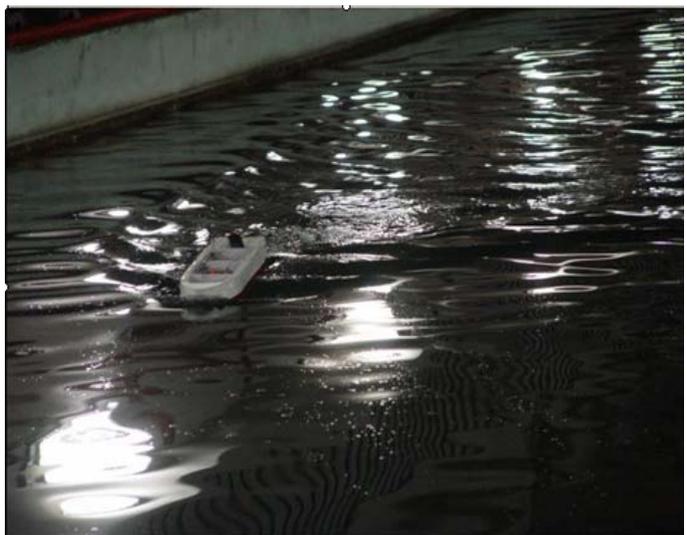


제어기 전면



# 3. 초음파센서 4개를 탑재한 자율 주행형 단동선 - 시운전

Term Project 사례 3



서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



## 4. 모형선박 성능 Contest(1/4)

### ☑ 개요

- 선박의 운항 성능을 평가(직진 성능, 선회 성능)
- 설계 목표인 수조 벽에 부딪히지 않고 일정한 경로를 자동으로 주행할 수 있는지 여부를 평가
- 총 7개의 조가 참가
- 1차에서는 직진 성능과 선회 성능을 중심으로 평가가 이루어짐
- 2차에서는 자동 제어를 중심으로 평가가 이루어짐

### ☑ 일시

- 1차 - 2006. 11. 11(토) 10:00 AM ~ 1:00 PM
- 2차 - 2006. 11. 18(토) 10:00 AM ~ 2:00 PM

### ☑ 장소 : 서울대학교 42동 신형수조실험동

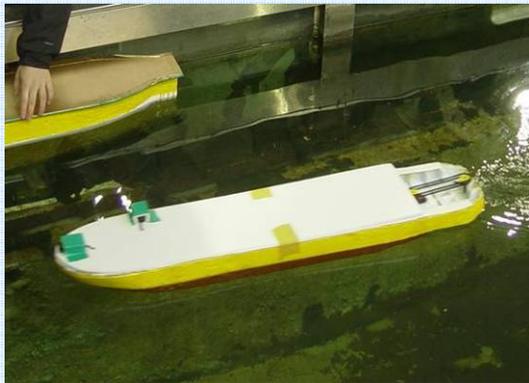


# 4. 모형선박 성능 Contest(2/4)

1조, 해상왕 장보고



2조, SWAN



# 3. 모형선박 성능 Contest(3/4)

3조, 데시그나레

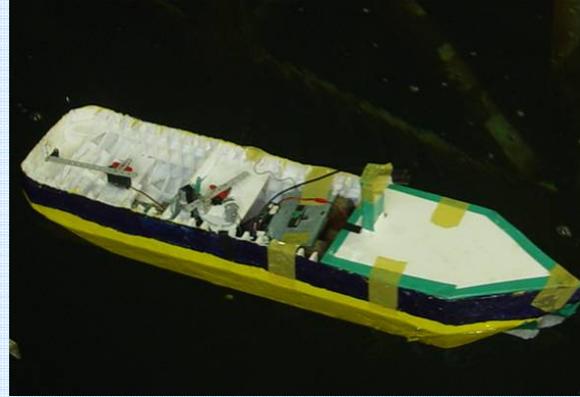


4조, 노아의 방주

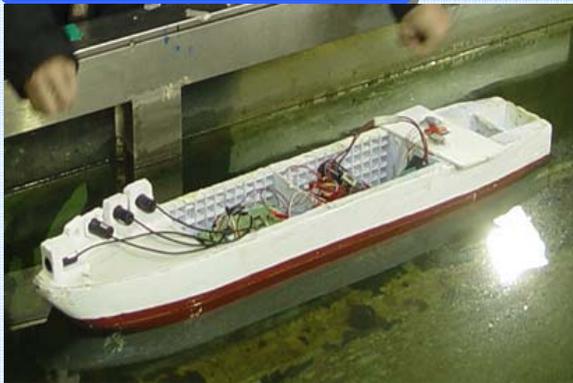


### 3. 모형선박 성능 Contest(4/4)

5조, 포세이돈



6조, U-Boat



# 3. 모형선박 성능 Contest(5/4)

7조, 레노바티아



시상식



# PART II. 해양 구조물 분야

2006학년도 2학기  
서울대학교 조선해양공학과  
최항순



# Overview - Introduction of the Lecture

- ☑ Trends of the Offshore Oil & Gas Development
- ☑ Features of Floating Structures for Ultra Deepwater



# Price of Crude Oil

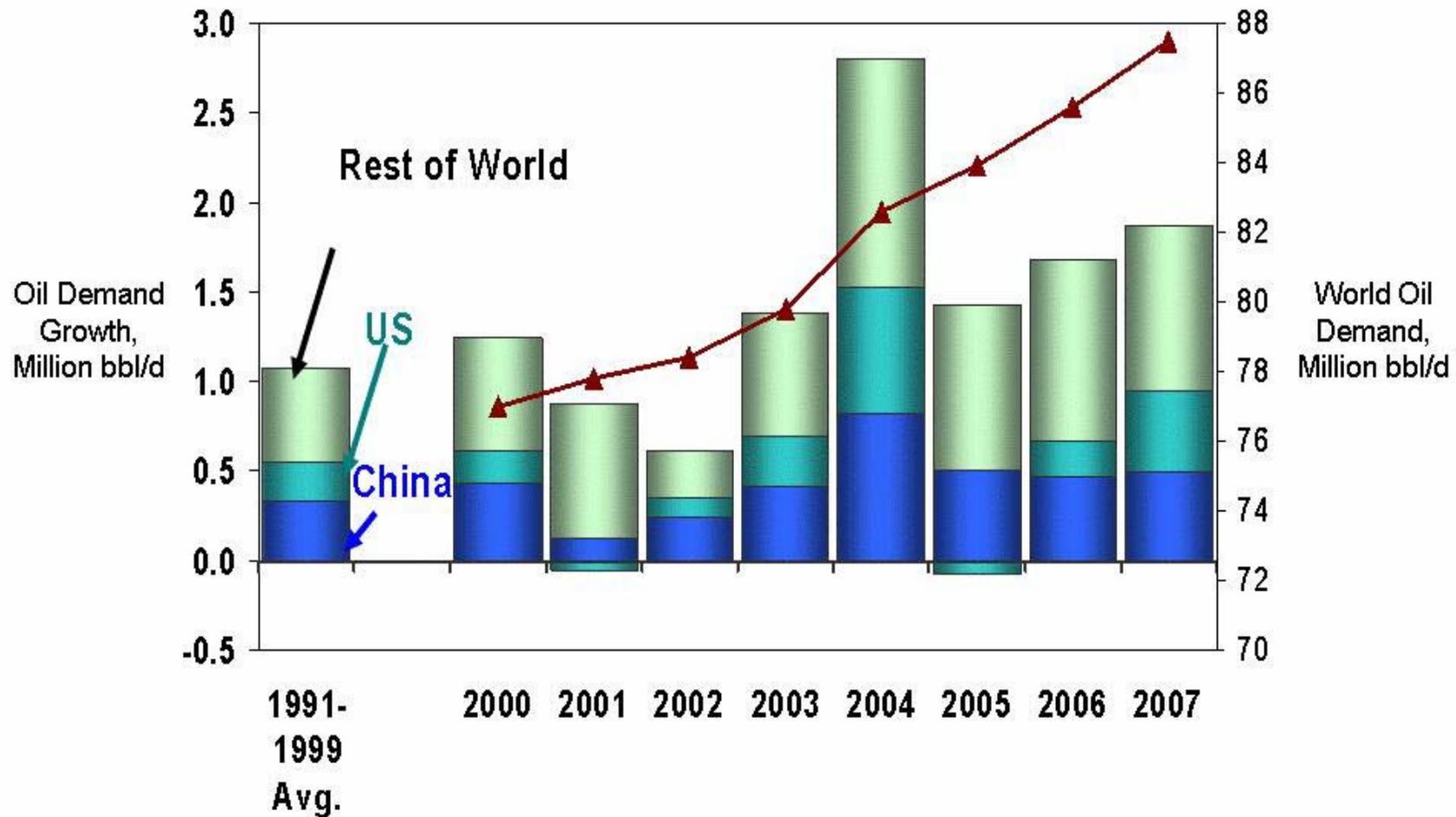
- ☑ Exponential Rising of the Oil Price
- ☑ Price of Crude Oil: 71.63 \$ per BBL (2006. 6. 9. )



\* [www.oil-price.net](http://www.oil-price.net)



# World Oil Consumption Growth

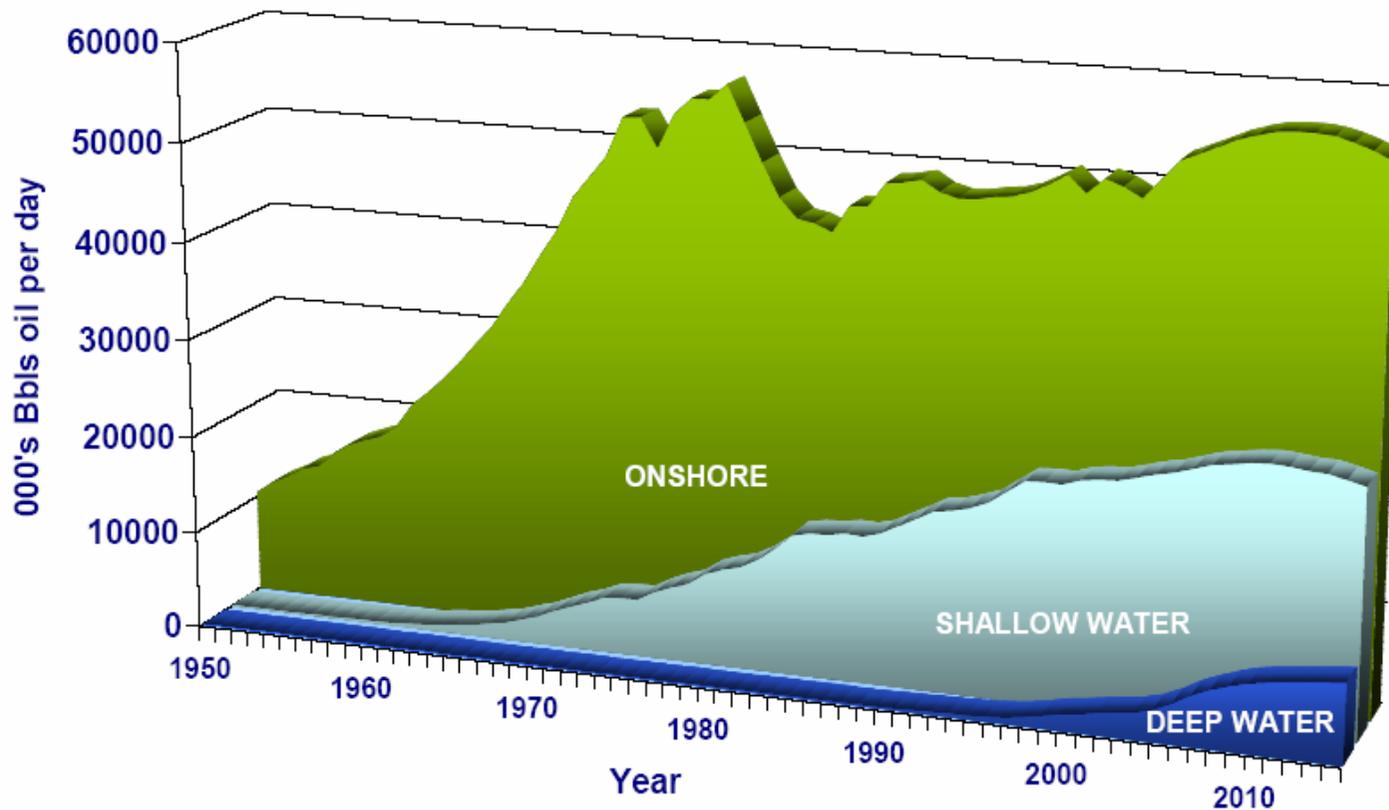


\* "Short-Term Energy Outlook", June 2006



# Global Oil Production

- ☑ Offshore Oil 34% in 2004, 39% in 2015
- ☑ Most Oil Production Growth in Deepwater

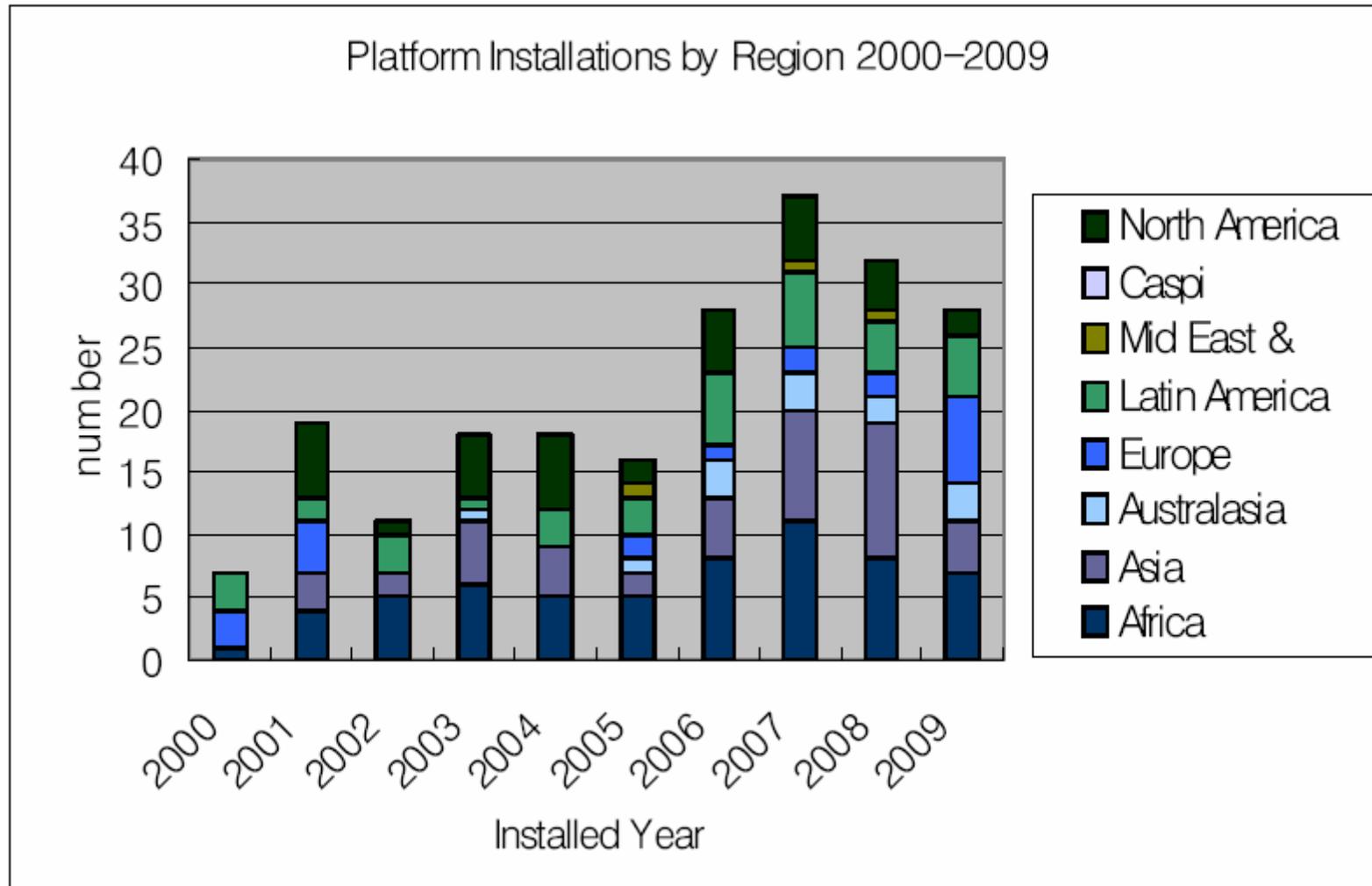


© Energyfiles Ltd.

\* "The World Offshore Oil & Gas Forecast"



# Platform Installations Forecast



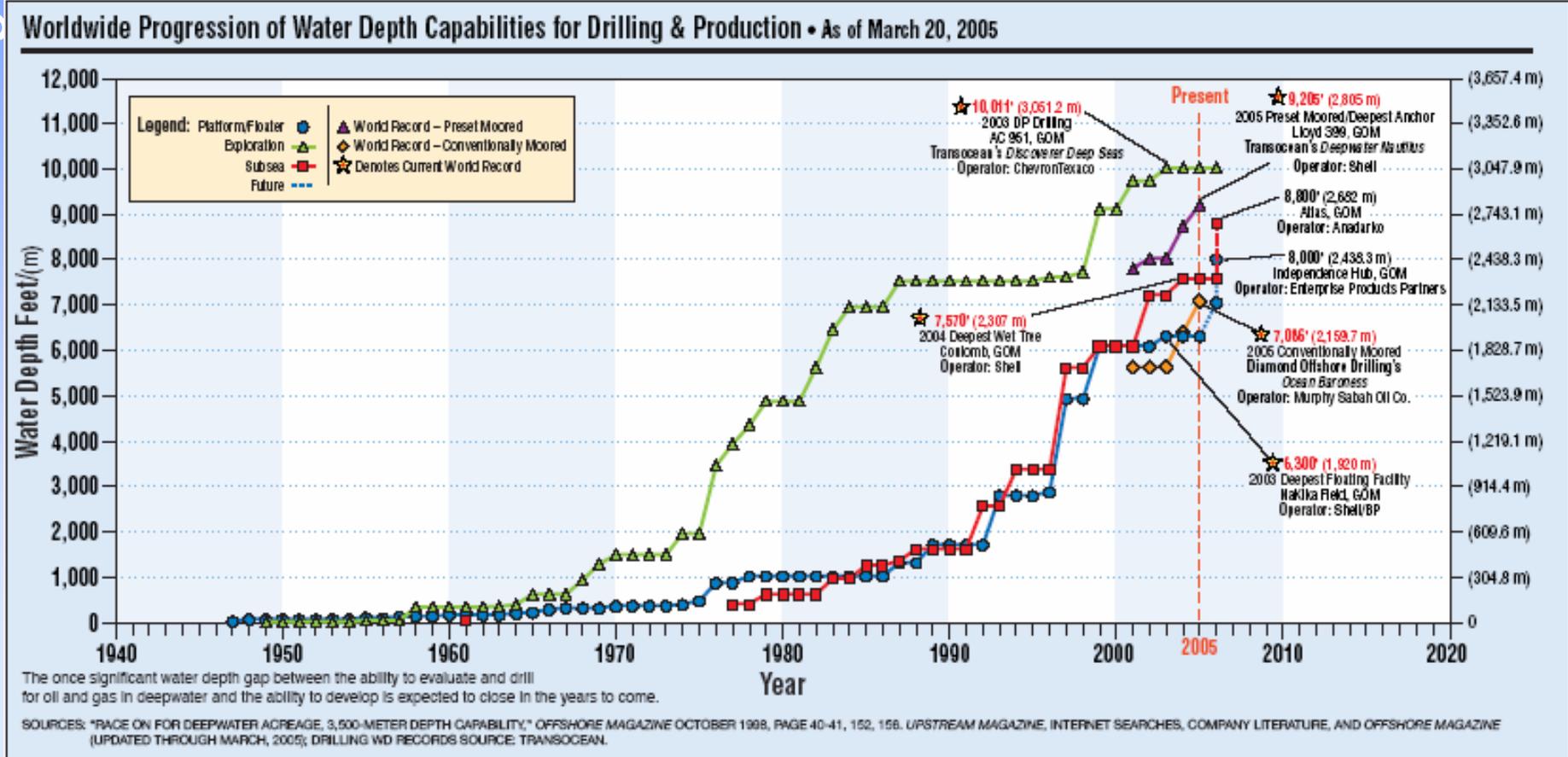
\* "Floating Perspectives Floating Production Market Update", Infield

서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# Water Depth of Oil Fields

☑ Water Depth: Up to 2,307 m ➡ Ultra Deepwater



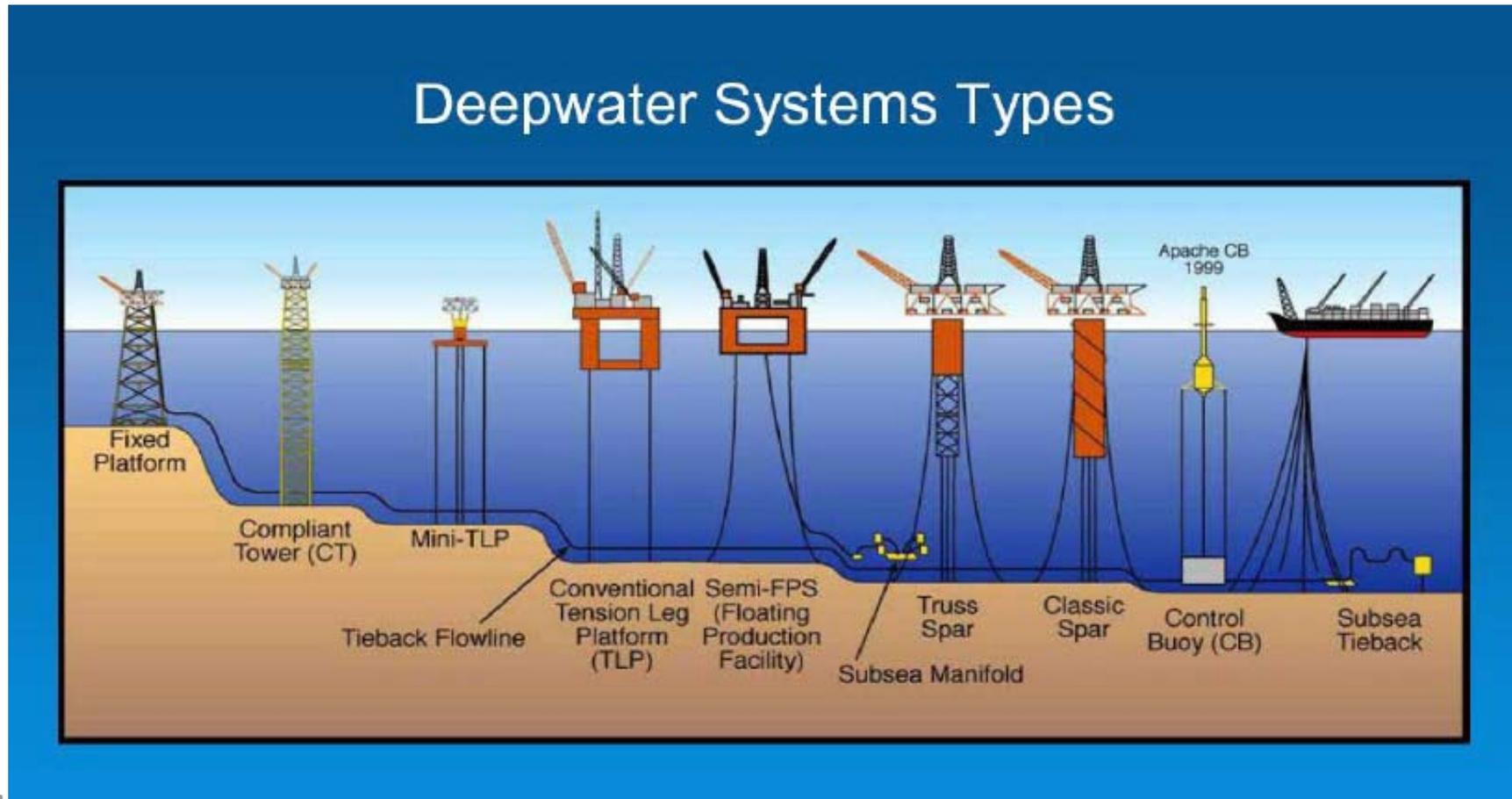
\* Offshore Magazine



# Deepwater Systems Types

☑ Type of Platform for Deepwater

➔ TLP, Semi-Submersible, Spar, FPSO



# Deepwater Systems Types - FPSO

## ☑ Features

- Large Topside Area, Storage Capacity, Deck Load
- Poor Motion Characteristics

< "Kizomba A", West Africa >

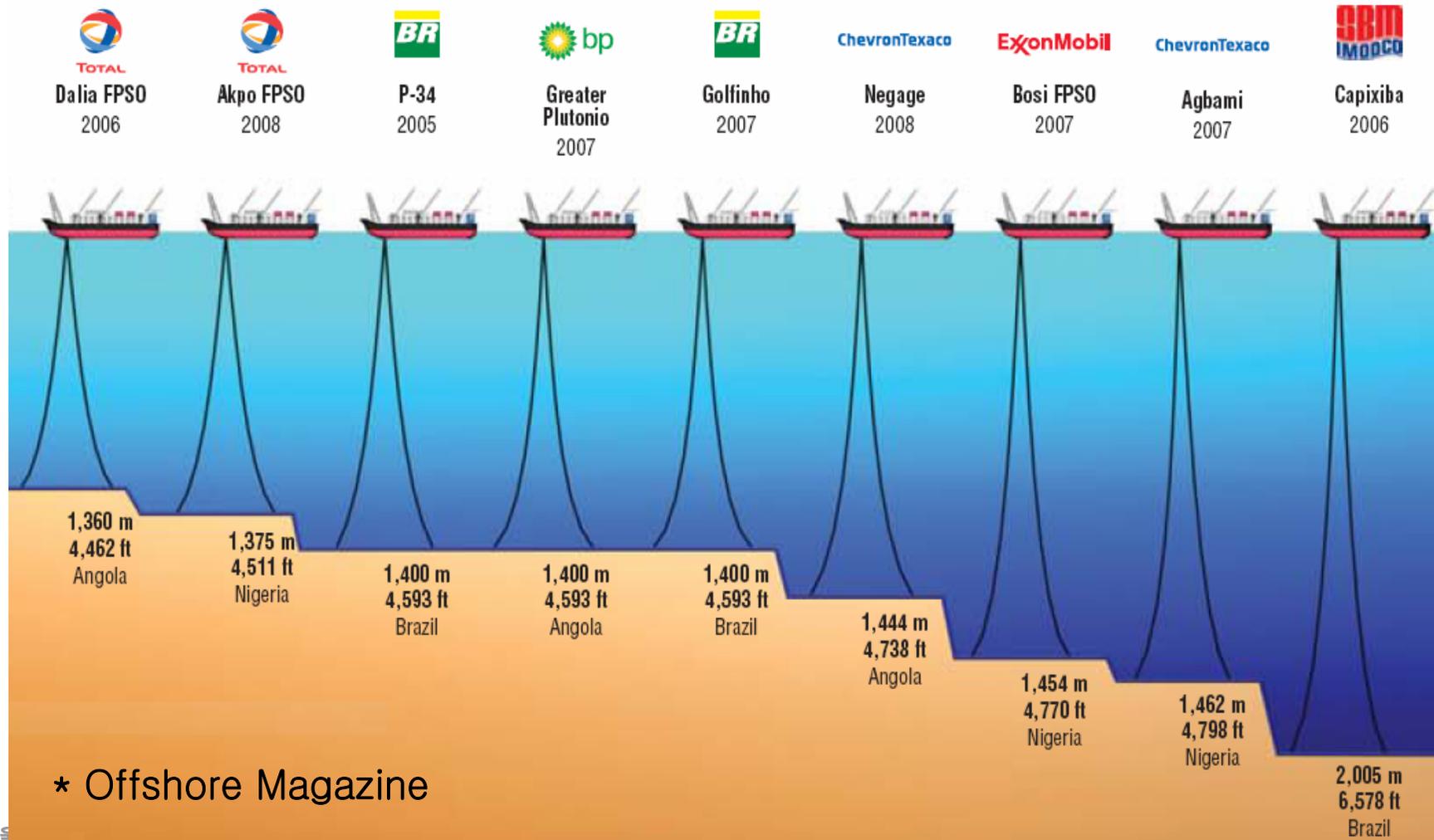


< "FPSO Brasil", Brazil >



# FPSO Sanctioned, Installed, or Operating as 2008

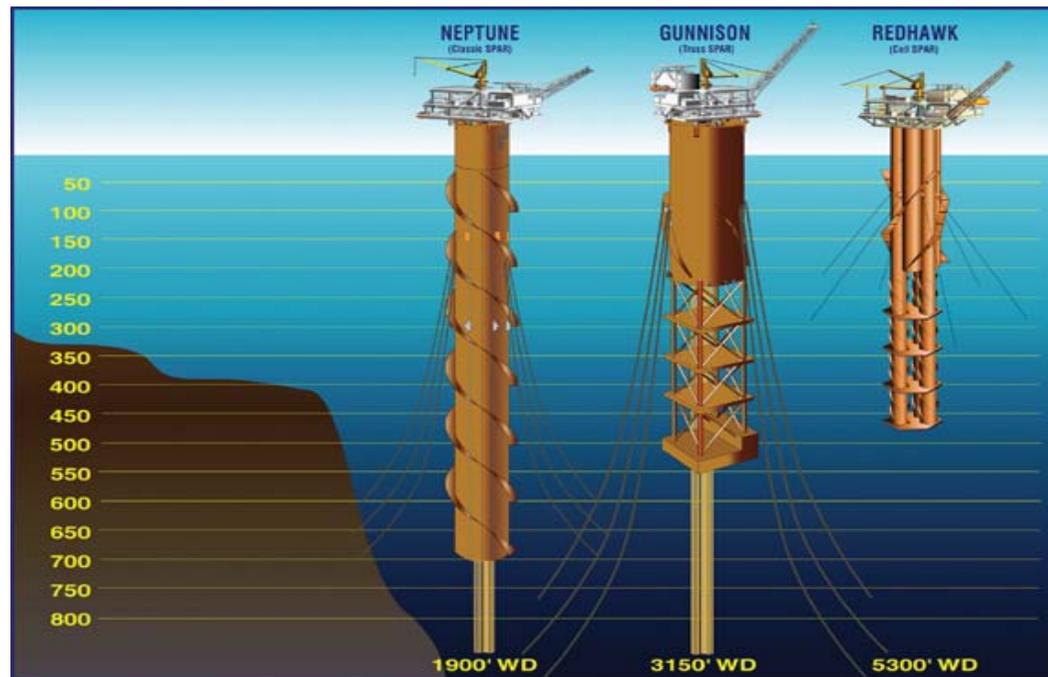
☑ **Deepest Water Depth: 2,005 m (Capixiba FPSO)**



# Deepwater Systems Types - SPAR

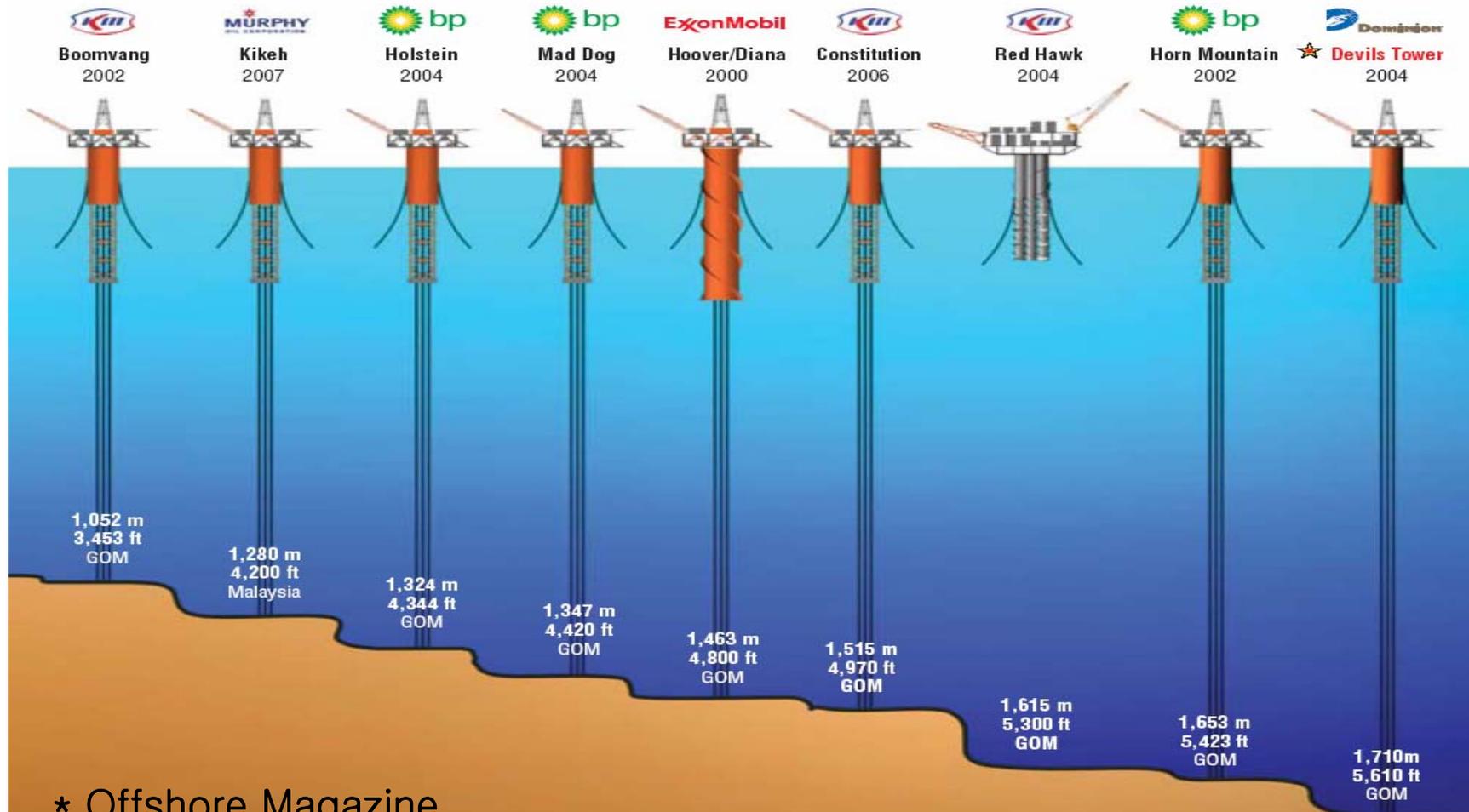
## ☑ Features

- Cost-Effectiveness, Excellent Motion Characteristics
- Unstable Nonlinear Motion, Weakness with VIV



# SPAR Sanctioned, Installed, or Operating as 2007

☑ Deepest Water Depth: 1,710 m (Devils Tower Truss SPAR)



\* Offshore Magazine

★ Denotes Current World Record

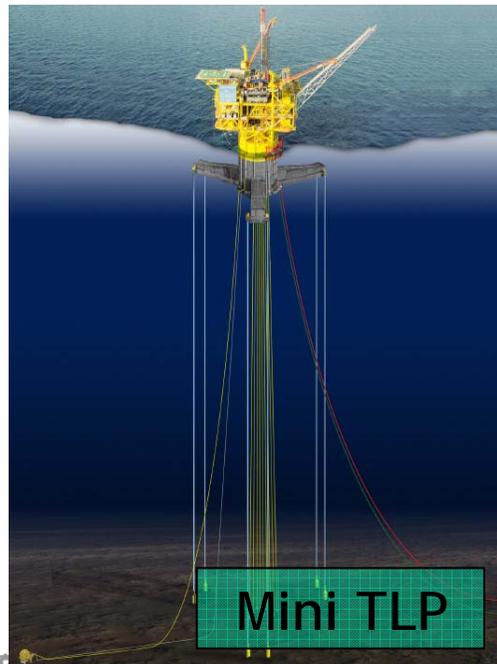


# Deepwater Systems Types - TLP

## ☑ Features

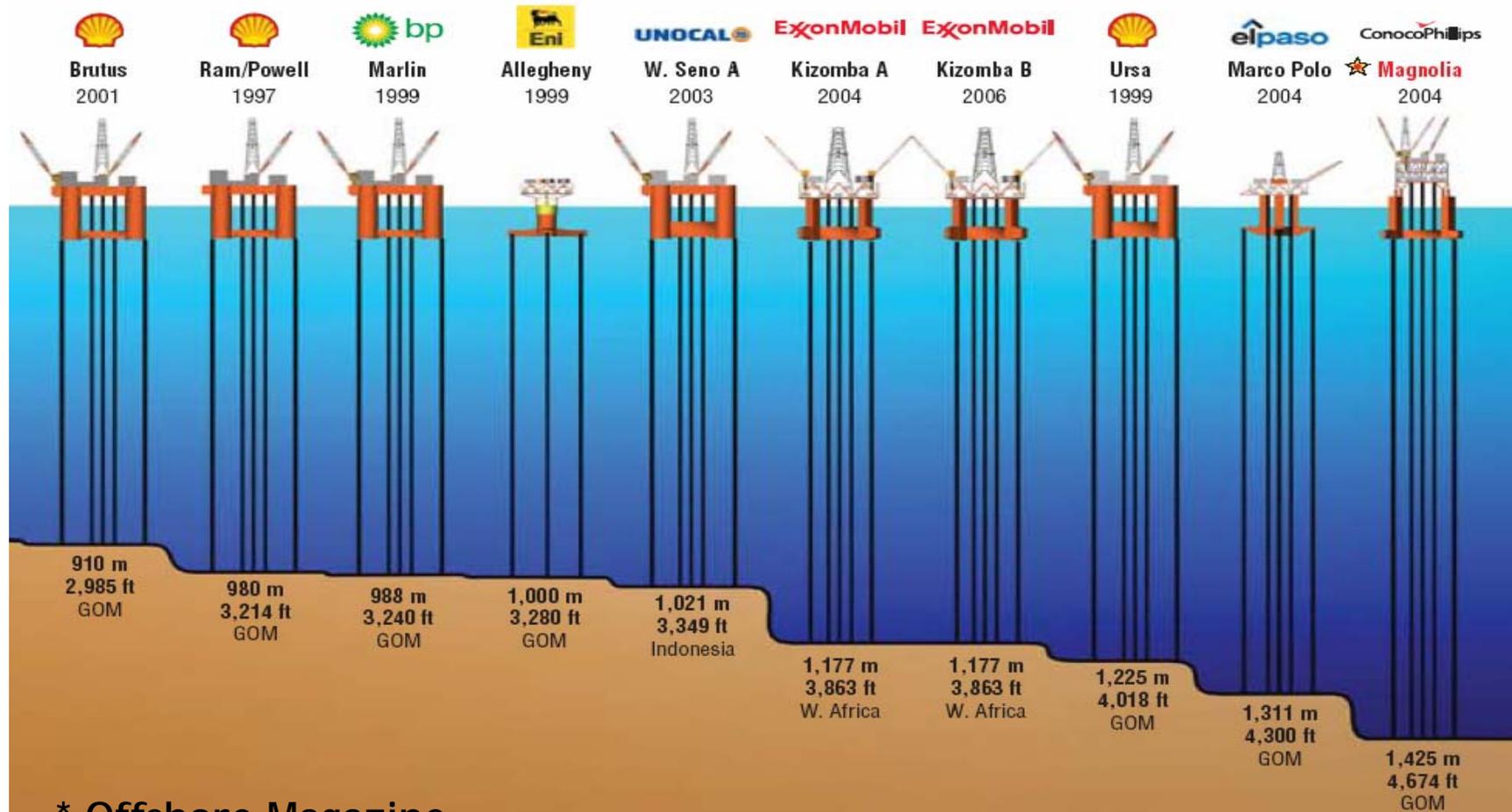
- Restrained Motion, Application of Dry Tree
- Water Depth Limit due to Tendons

☑ Deepest Water Depth: 1,425 m (Magnolia ETLP)



# TLP Sanctioned, Installed, or Operating as 2006

☑ Deepest Water Depth: 1,425 m (Magnolia ETLP)



\* Offshore Magazine

★ Denotes Current World Record



# Deepwater Systems Types - Semi-Sub.

## ☑ Features

- Good Motion Characteristics, No Water Depth Limit
- No Storage Capacity, Limited Topside Weight

## ☑ Deepest Water Depth: 2,146m (Atlantis Semi-Sub.)

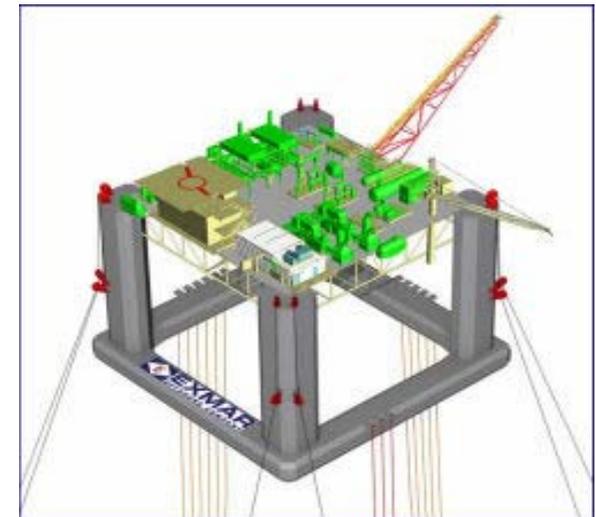
< "Petrobras 18", Brazil >



< "Na Kika", GoM >

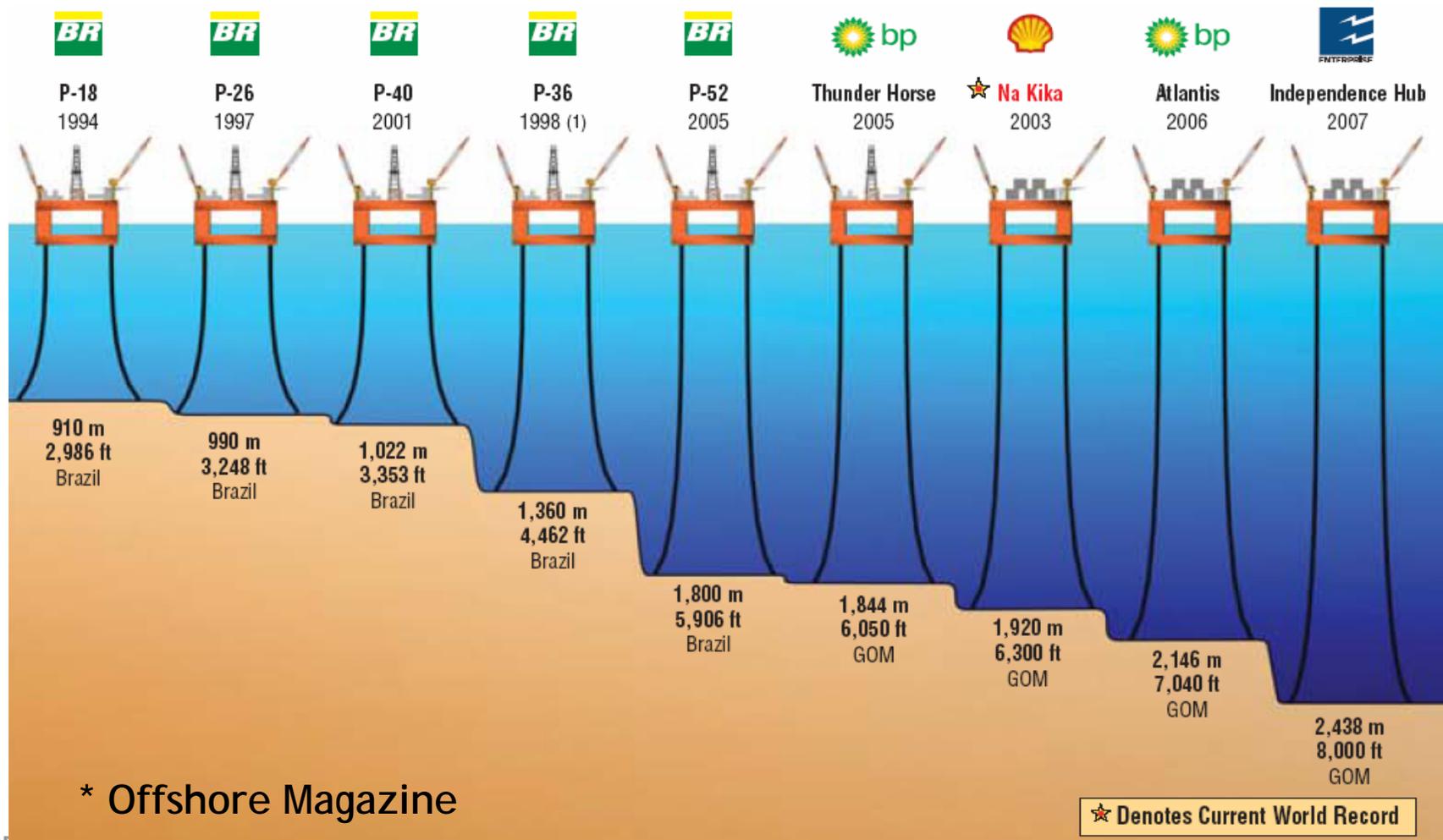


< "Exmar SDDS" >



# Semi-Sub. Sanctioned, Installed, or Operating as 2007

☑ Deepest Water Depth: 2,438m (Independence Hub Semi-Sub.)



서울대학교 조선해양공학과 교수 김희준의 연구실, 2006년 11월 24일

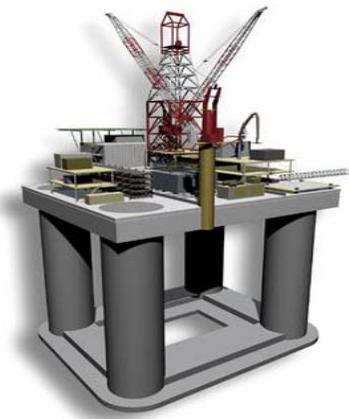
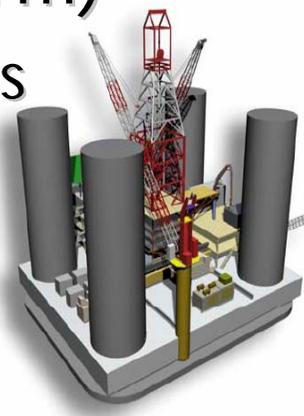


# Deepwater Systems Types - Other Types

- ☑ SCF (Single Column Floater)
  - Reduction of Total Steel Weight due to shallower draft
  - Sake of Construction
  - Application of Dry Tree



- ☑ EDP (Extendable Draft Platform)
  - Excellent Motion Characteristics
  - Self Installation



# 참고자료

- ☑ 2005학년도 2학기 모형선박 제작과정 및 Contest
- ☑ 2004학년도 2학기 모형선박 제작과정 및 Contest



# 2005학년도 2학기 모형선박 제작과정 및 Contest



# 제작된 모형선박

1. Jib crane 탑재된 단동선



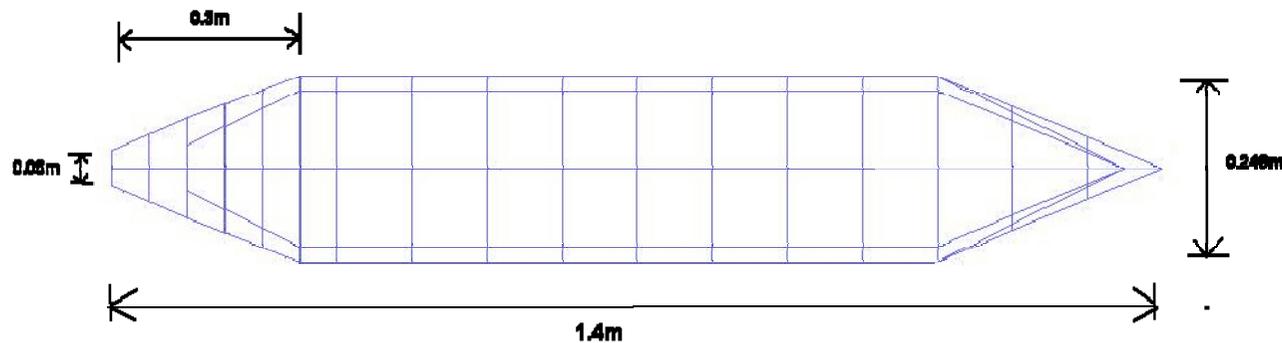
2. Tower Crane 탑재된 단동선



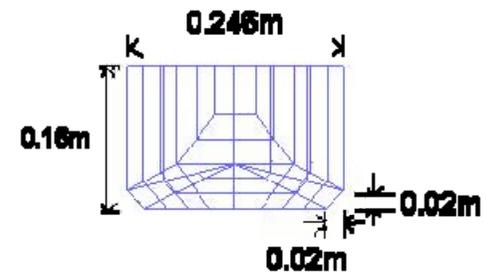
3. Jib crane 탑재된 단동선



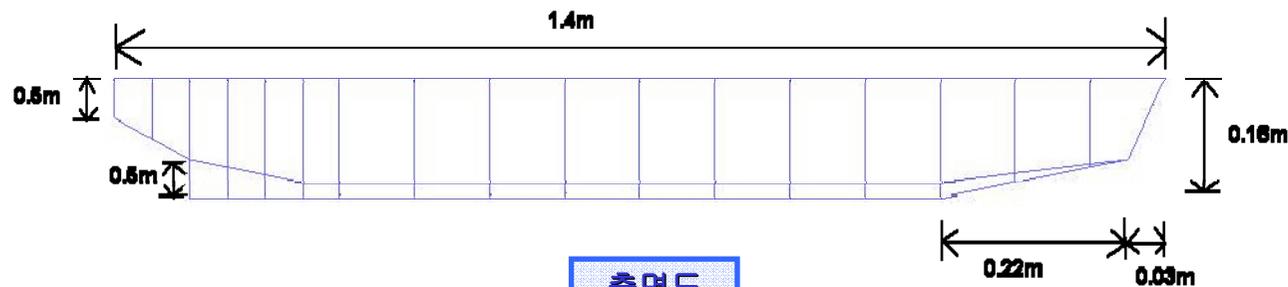
# 1. Jib crane이 탑재된 단동선 - 주요치수 및 선형



평면도



정면도



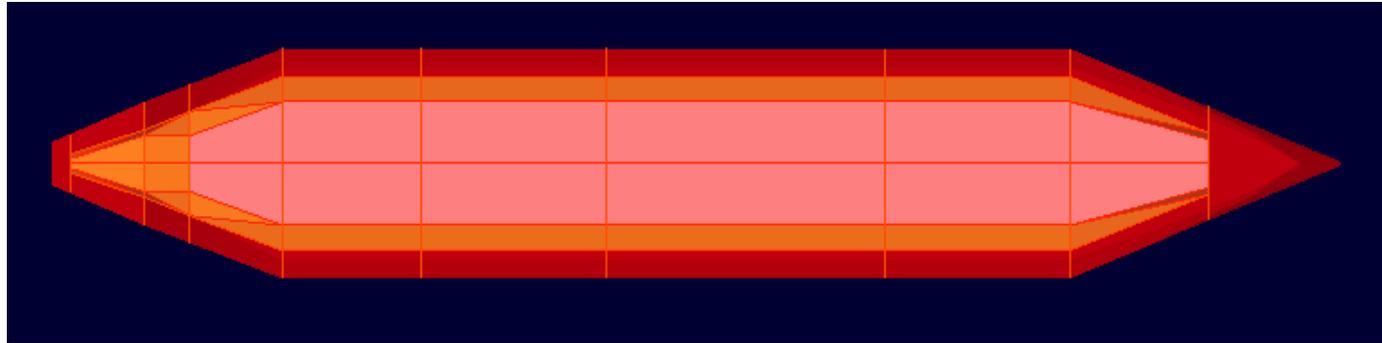
측면도

항목	치수
LOA	1.40 m
LBP	1.35 m
BEAM	0.246 m
DEPTH	0.16 m
DRAFT	0.10 m
L/B	5.4878
B/T	2.4600
CB	0.7913
CB/(L/B)	0.1442
DWT	20 kg
LWT	7.00 kg
△	27 kg

서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 1. Jib crane이 탑재된 단동선 - 구획설계



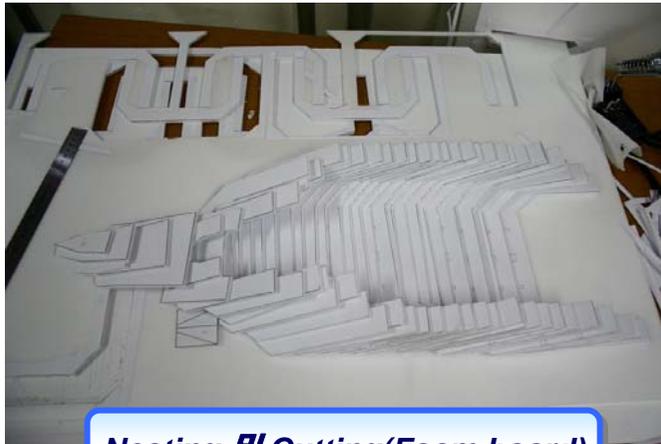
Z=0 에서 본 모습



Y=0 에서 본 모습



# 1. Jib crane이 탑재된 단동선 - 선체조립 및 외판작업



Nesting 및 Cutting(Foam board)



구조 부재 접합



외판 접합



Putty 작업 - 선체외판 다듬기



# 1. Jib crane이 탑재된 단동선 - 도장(방수처리) 및 추진부 탑재



Painting



물수선 표시



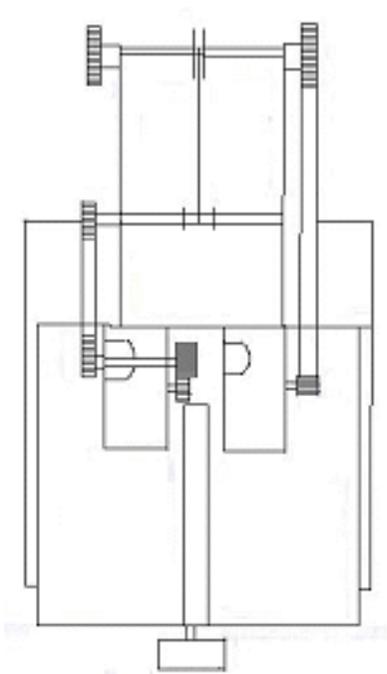
추진부 탑재



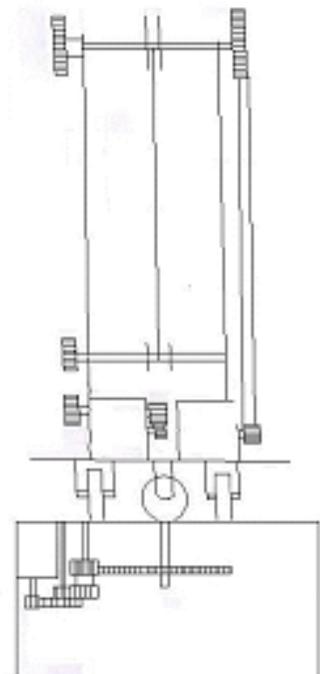
추진부 방수처리



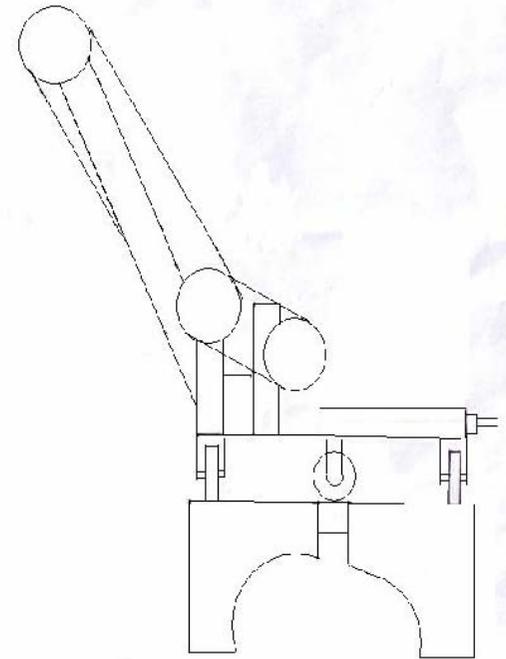
# 1. Jib crane이 탑재된 단동선 - 하역장치 설계



평면도



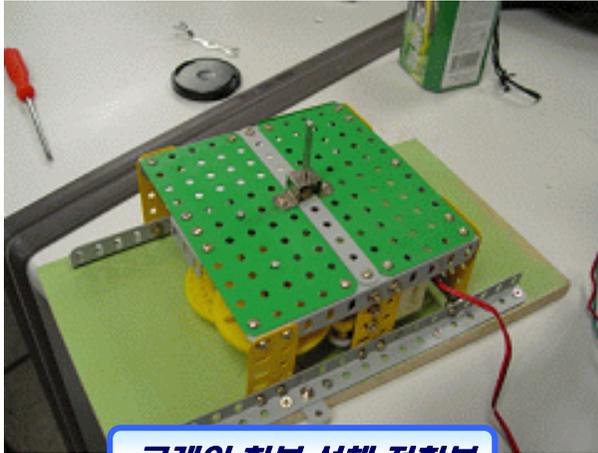
정면도



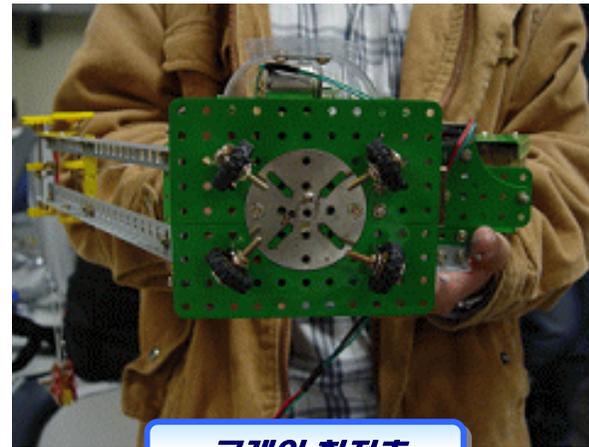
측면도



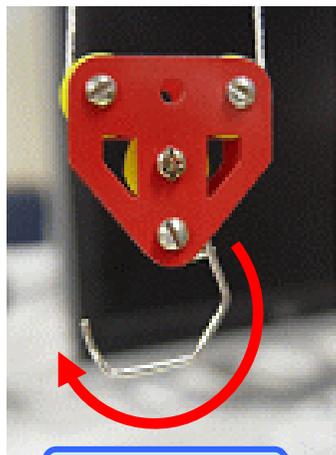
# 1. Jib crane이 탑재된 단동선 – 하역장치 제작



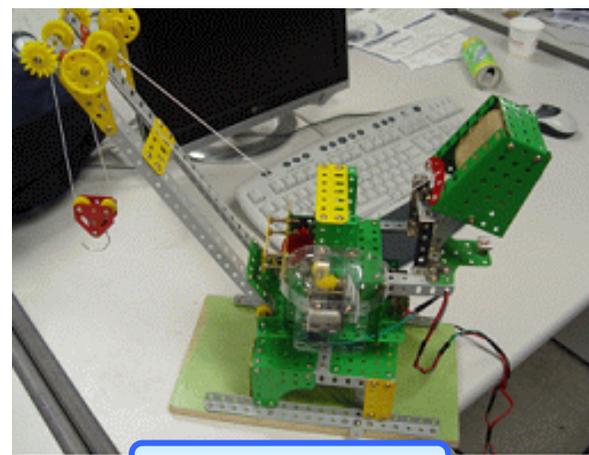
크레인 하부 선체 접합부



크레인 회전축



Hook 회전



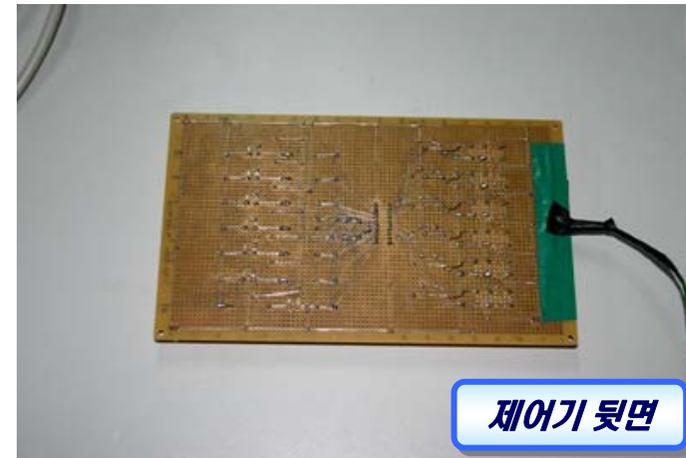
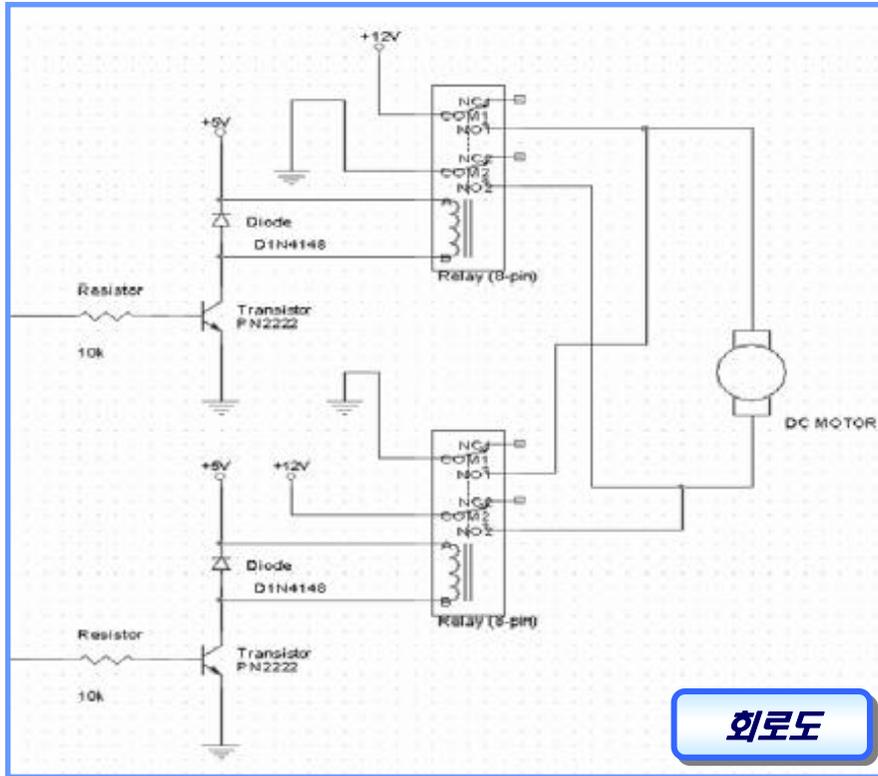
완성된 crane 모습

서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기

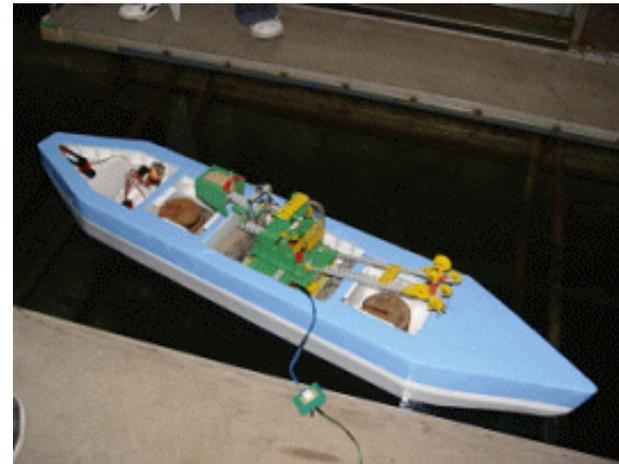


# 1. Jib crane이 탑재된 단동선

- 하역장치 제어를 위한 제어부 제작



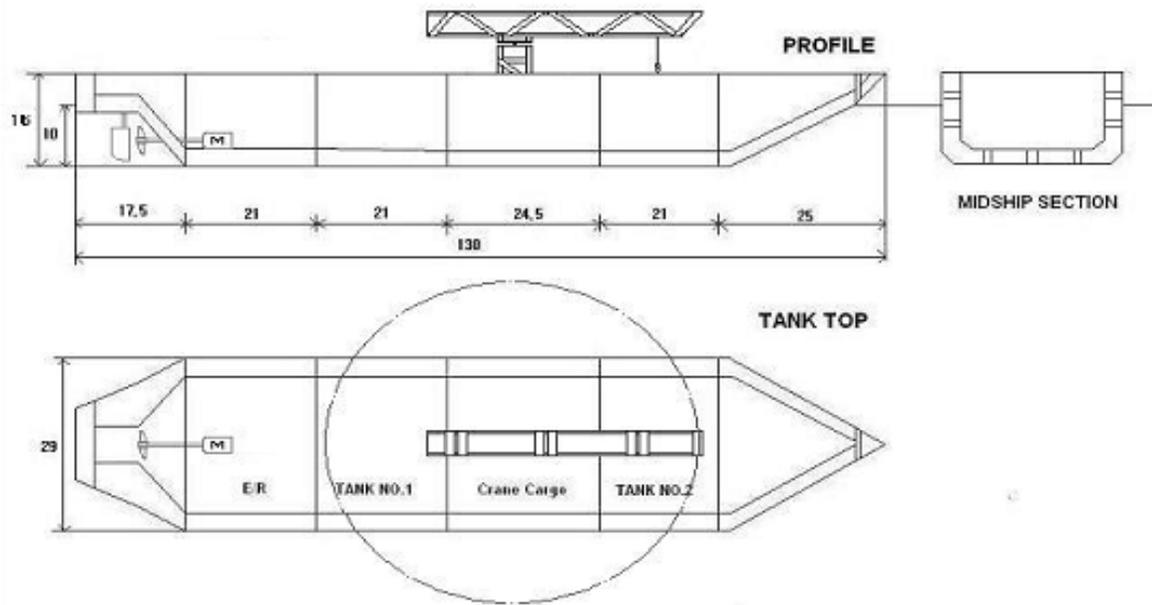
# 1. Jib crane이 탑재된 단동선 - 시운전



서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



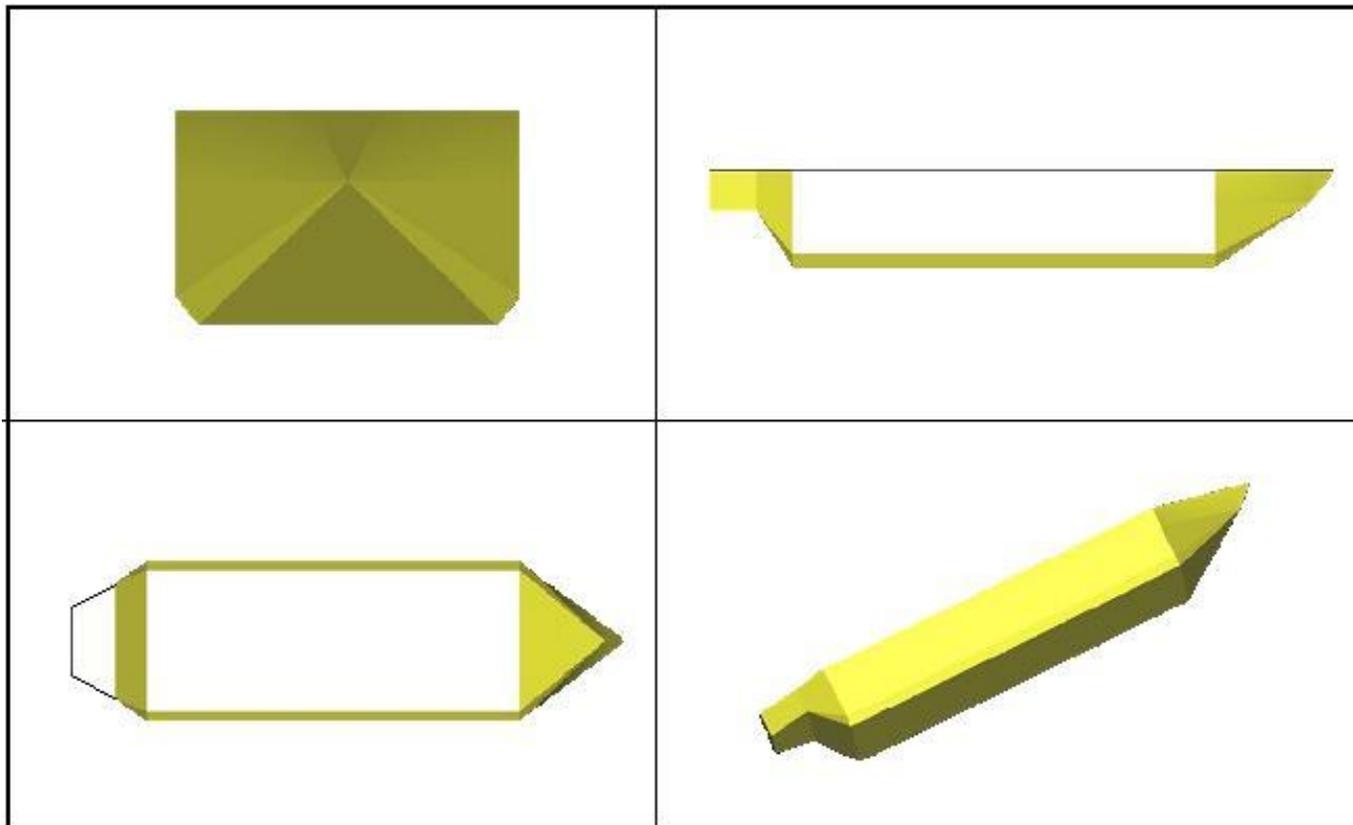
## 2. Tower crane이 탑재된 단동선 - 주요치수



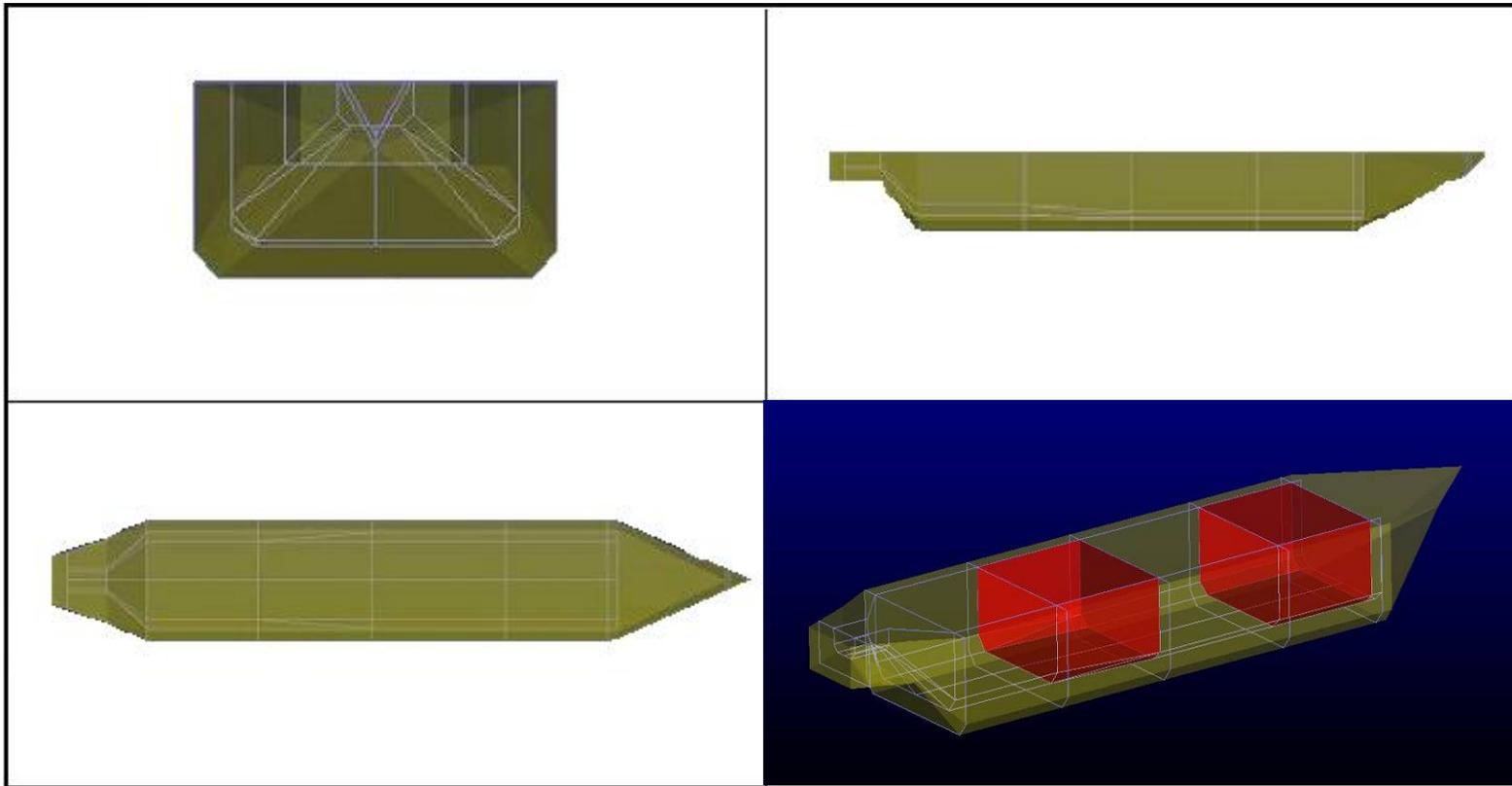
항목		주요치수
주요 요목	LOA	1.30
	LBP	1.20
	Bmld	0.29
	Dmld	0.16
	Td	0.10
경하중량 [kg]		8.25
재화중량 [kg]		20
배수량 [kg]		28.25
방형계수 [CB]		0.8118



## 2. Tower crane이 탑재된 단동선 - 선형설계



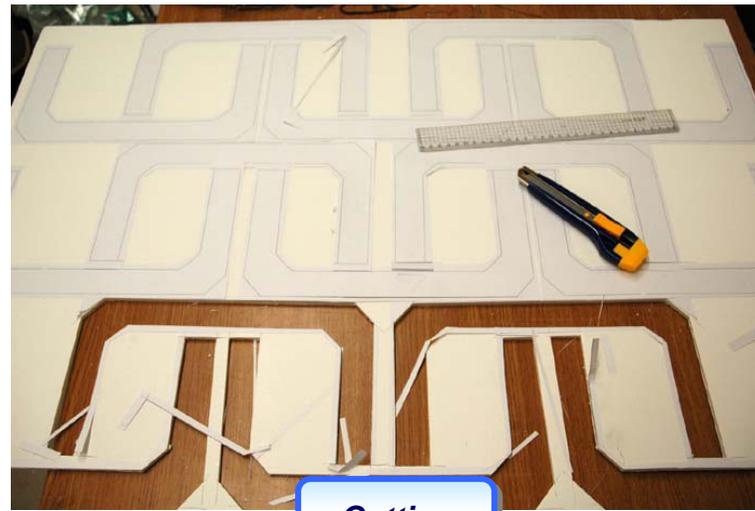
## 2. Tower crane이 탑재된 단동선 - 구획설계



## 2. Tower crane이 탑재된 단동선 – 선체제작(1)



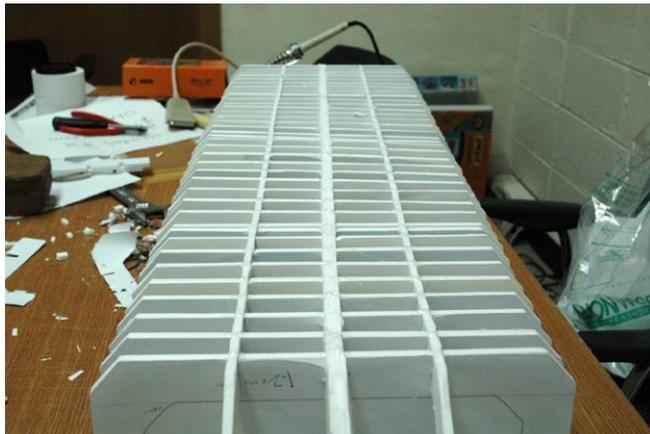
Nesting



Cutting



## 2. Tower crane이 탑재된 단동선 – 선체제작(2)



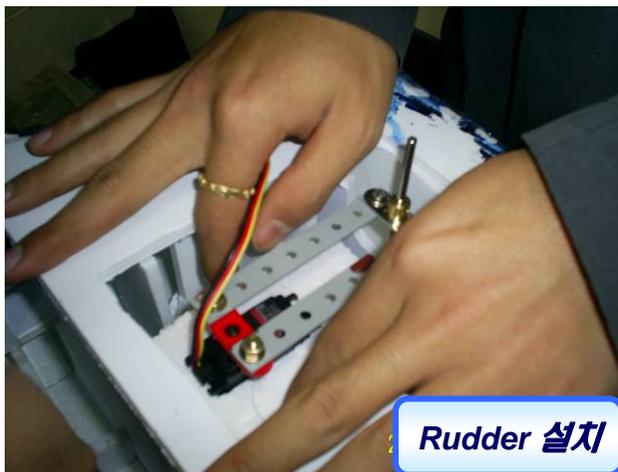
완성된 선형



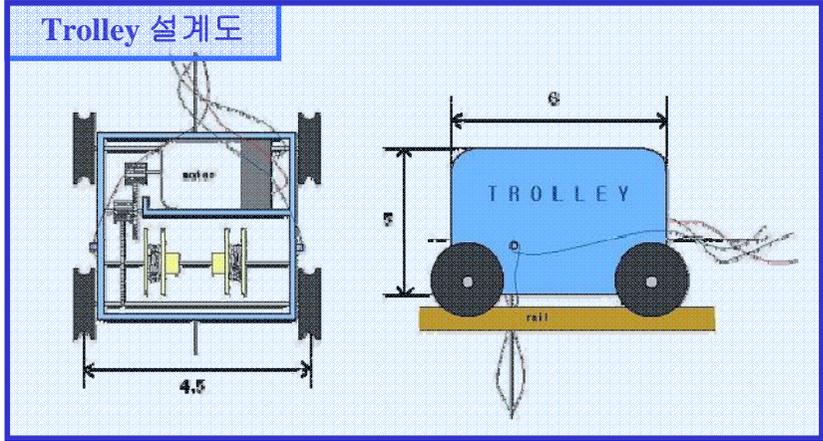
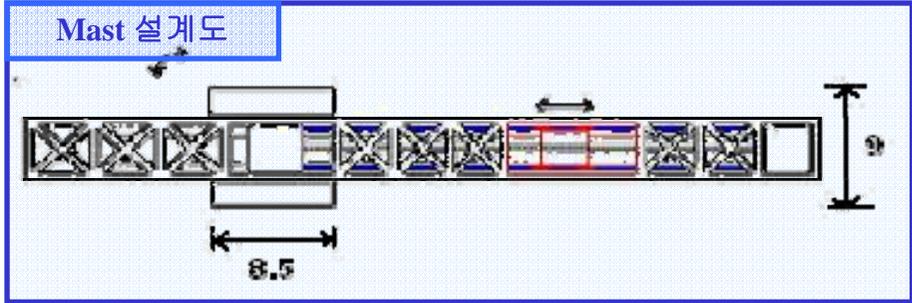
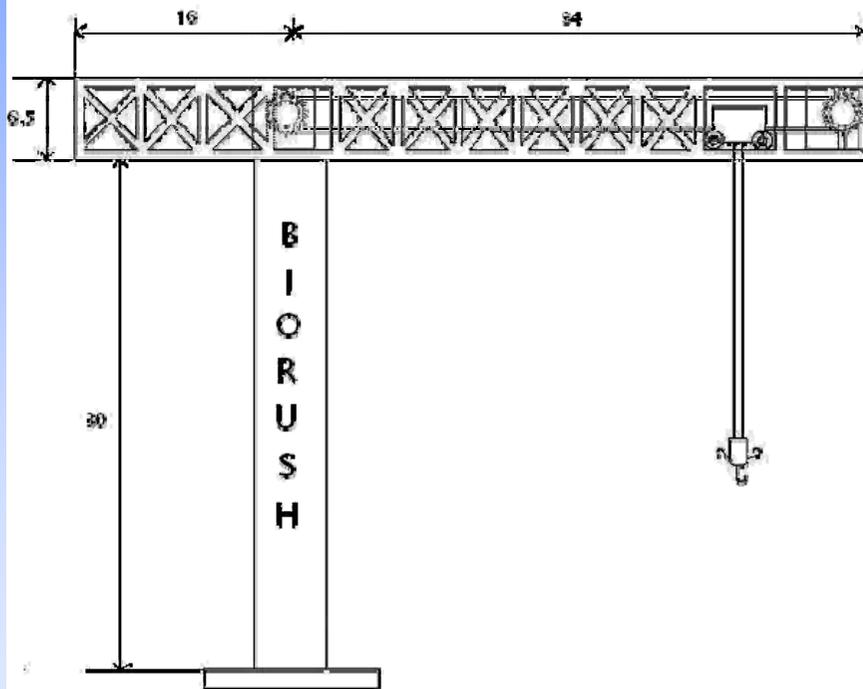
## 2. Tower crane이 탑재된 단동선 - 방수처리



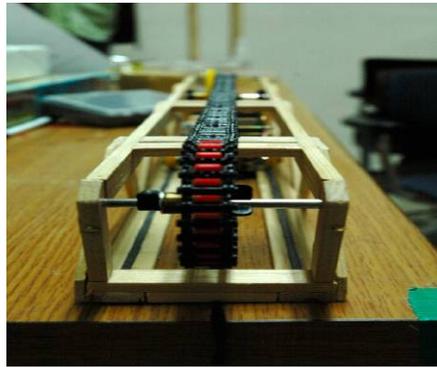
## 2. Tower crane이 탑재된 단동선 – 추진부 탑재



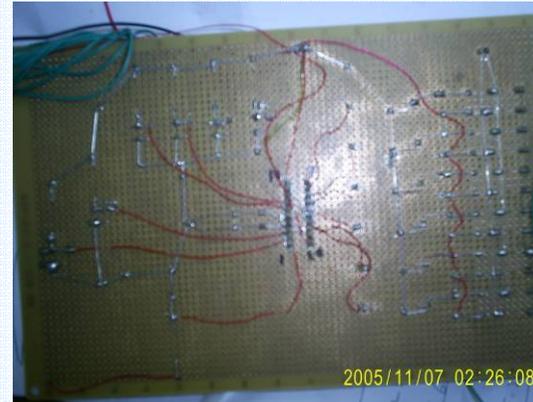
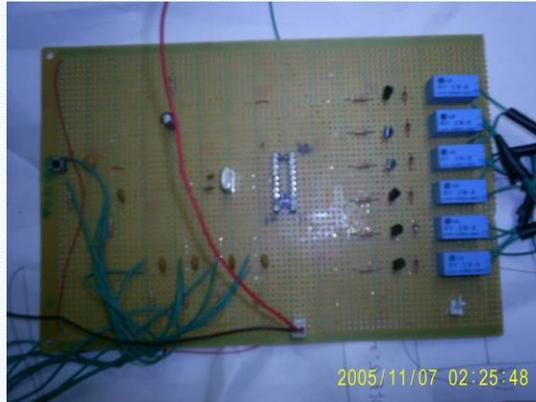
## 2. Tower crane이 탑재된 단동선 – 하역장치 설계



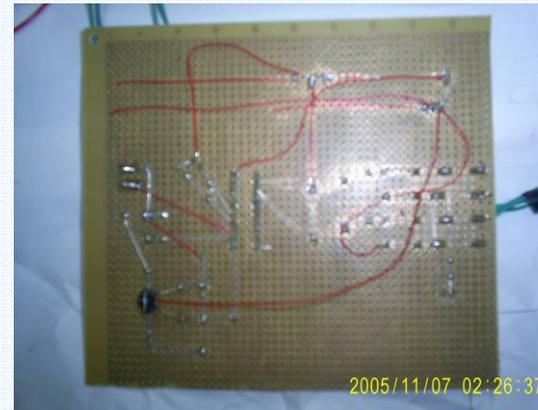
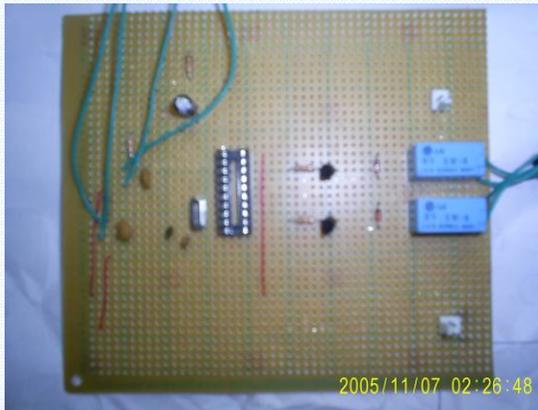
## 2. Tower crane이 탑재된 단동선 – 하역장치 제작



## 2. Tower crane이 탑재된 단동선 - 하역장치 제어기



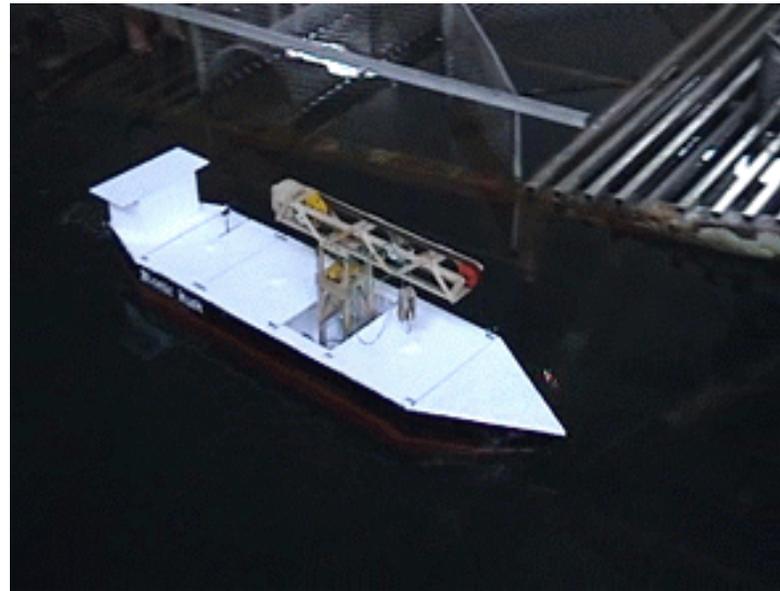
Mast, Trolley, Hook의 권상 권하 제어



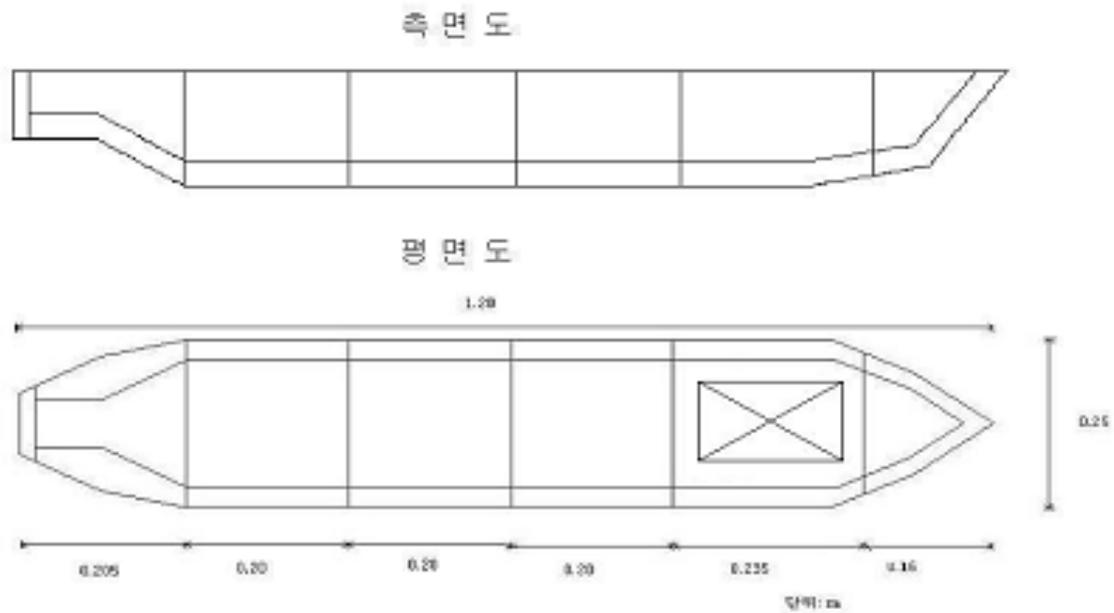
Hook의 회전을 제어



## 2. Tower crane이 탑재된 단동선 - 시운전



### 3. Jib crane이 탑재된 단동선 - 주요치수



항목	치수
LOA	1.20 m
LBP	1.13 m
Bmld	0.25 m
Dmld	0.16 m
$T_D$	0.11 m
LOA/Bmld	4.8
Bmld/ $T_D$	2.3
$C_b$	0.82
DWT	20 kg
LWT	6.02 kg(추정)
Speed	2.0 kts



### 3. Jib crane이 탑재된 단동선 - 선체제작(1)

Nesting 및 cutting

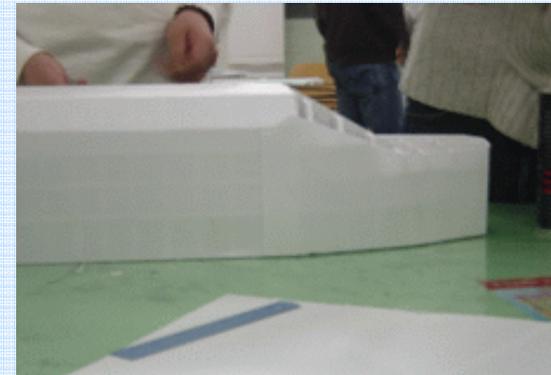


구조 부재 접합



### 3. Jib crane이 탑재된 단동선 – 선체제작[2]

선체 외판 접합

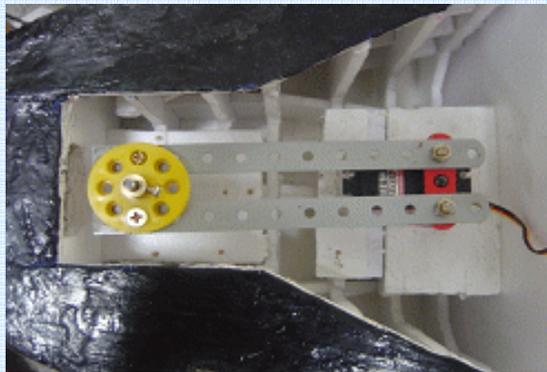
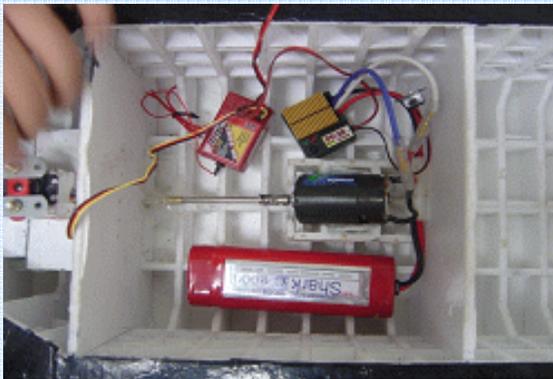


방수작업(Modeling paste 작업 & Painting)

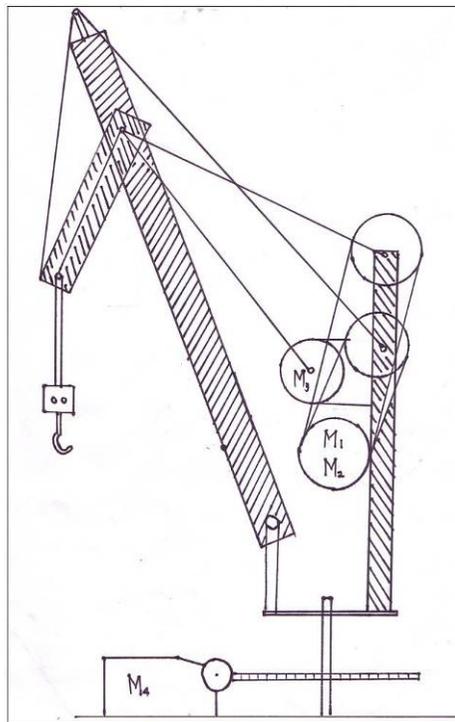


### 3. Jib crane이 탑재된 단동선 - 선체제작(3)

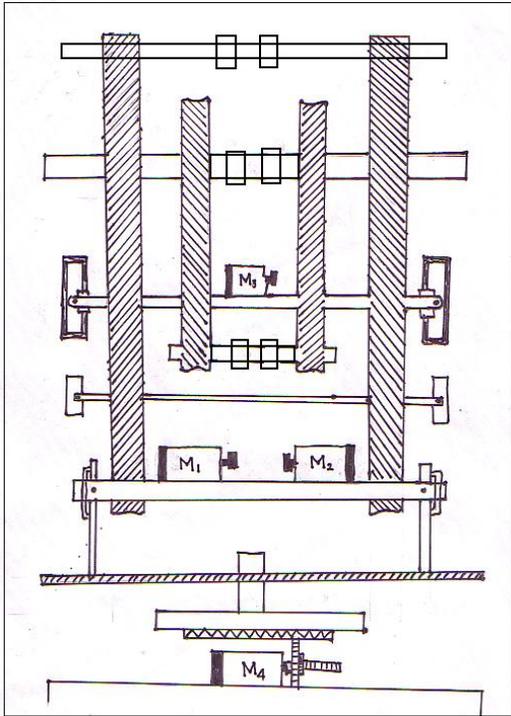
추진부 제작 및 탑재



### 3. Jib crane이 탑재된 단동선 - 하역장치 설계



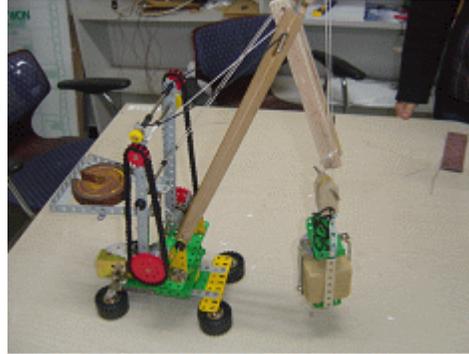
측면도



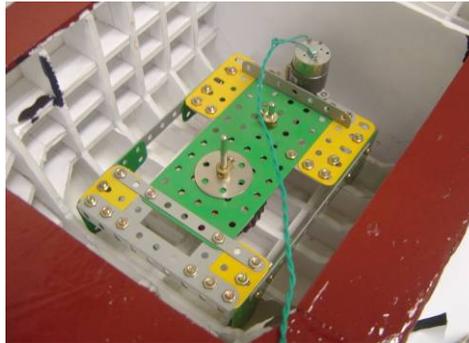
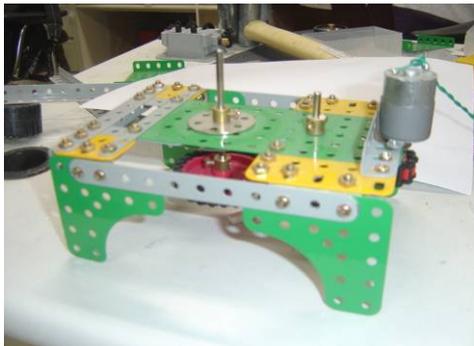
단면도



### 3. Jib crane이 탑재된 단동선 - 하역장치 제작



완성된 하역장치

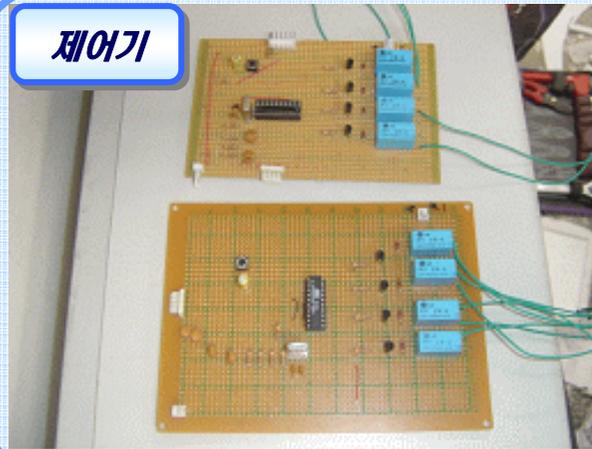


선체에 고정한 모습



### 3. Jib crane이 탑재된 단동선 - 제어부 제작 및 시운전

제어기

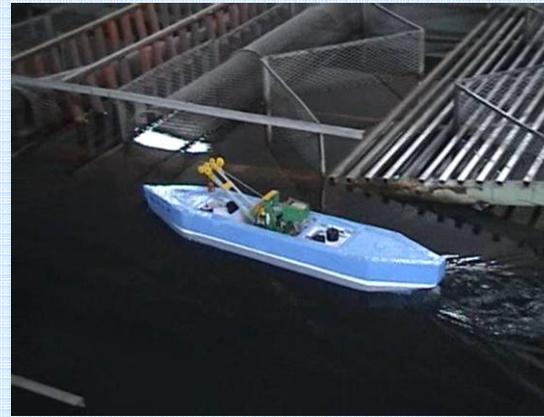


시운전



# 모형선박성능 Contest(1)

Jib crane 단동선, 보물섬



Tower crane 단동선, 바이오닉러쉬



# 모형선박성능 Contest(2)

Jib crane 단동선, 적토마



Crossed Jib Tower crane 단동선, 포세이돈

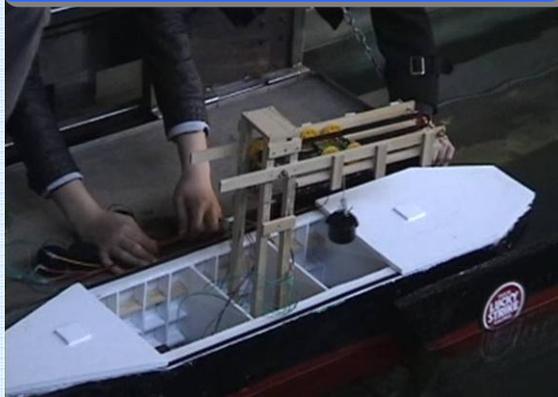


# 모형선박성능 Contest(3)

Jib crane 단동선, 인어공주



Tower crane 삼동선, Lucky Strike

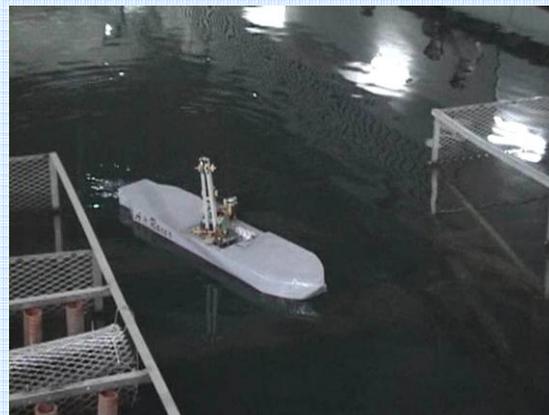
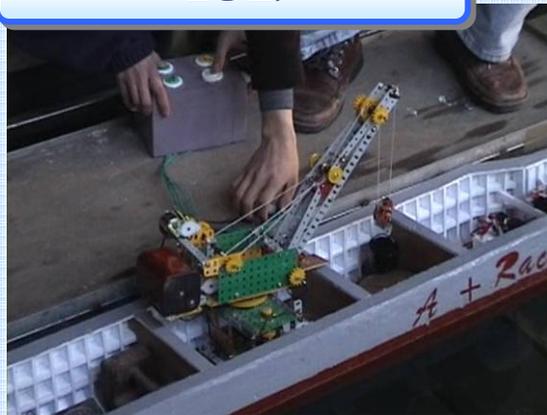


# 모형선박성능 Contest(4)

Jib crane(x2) 단동선, Man in Blue



Jib crane 단동선, A+ Racer



# 모형선박성능 Contest(5)

Tower crane **단동선**, Free Style



## 시상식



1등 보물섬



2등 바이오닉러쉬



3등 적토마

서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 2004학년도 2학기 모형선박 제작과정 및 Contest



# 제작된 모형선박

수중익 쌍동선



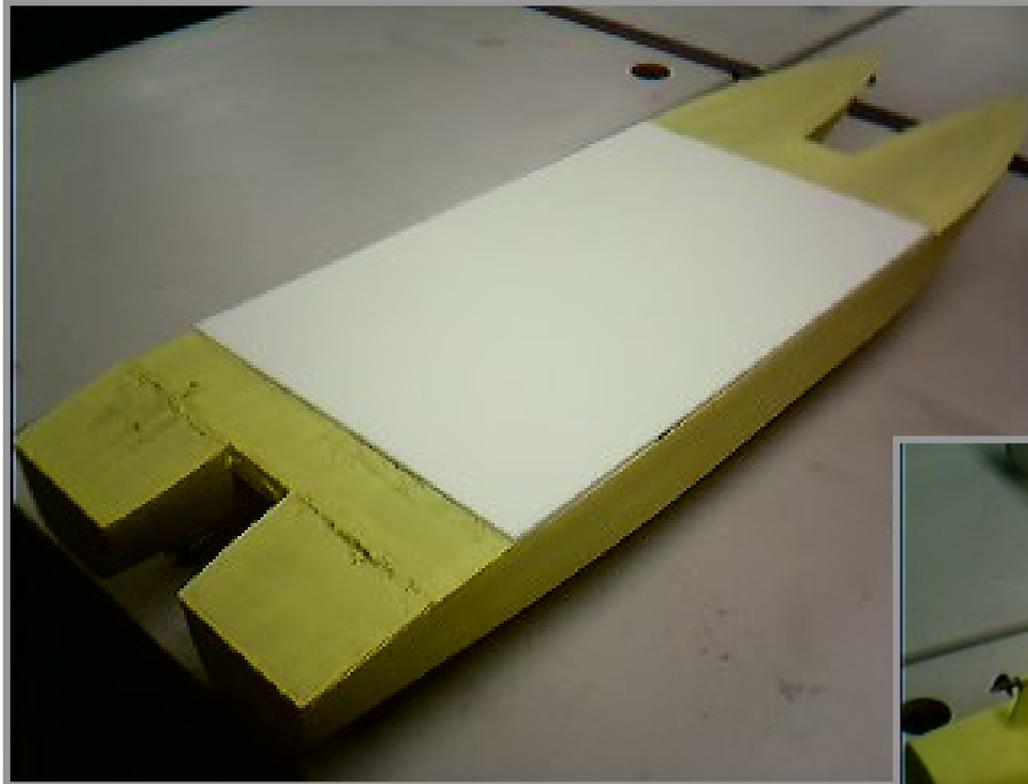
삼동선



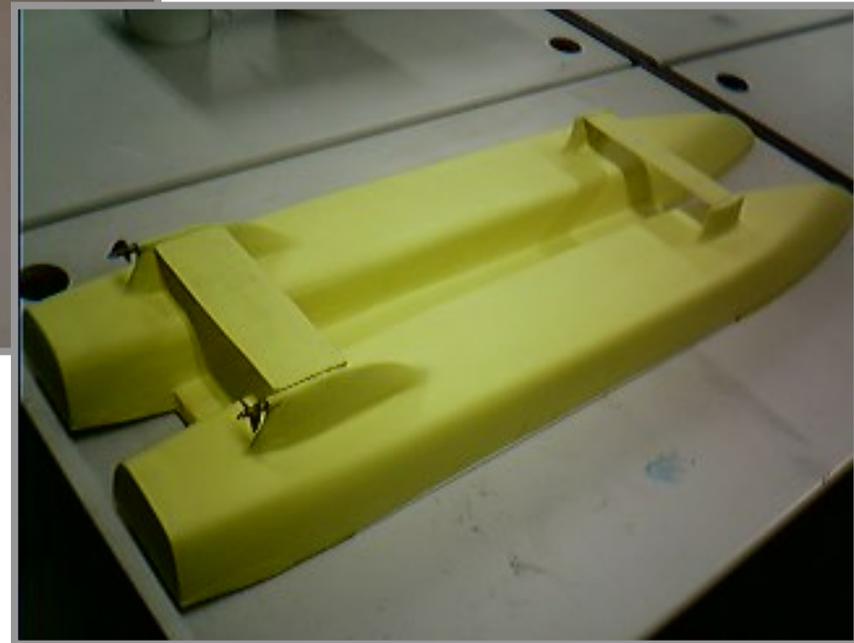
외륜선



# 수중익 쌍동선 - 주요제원



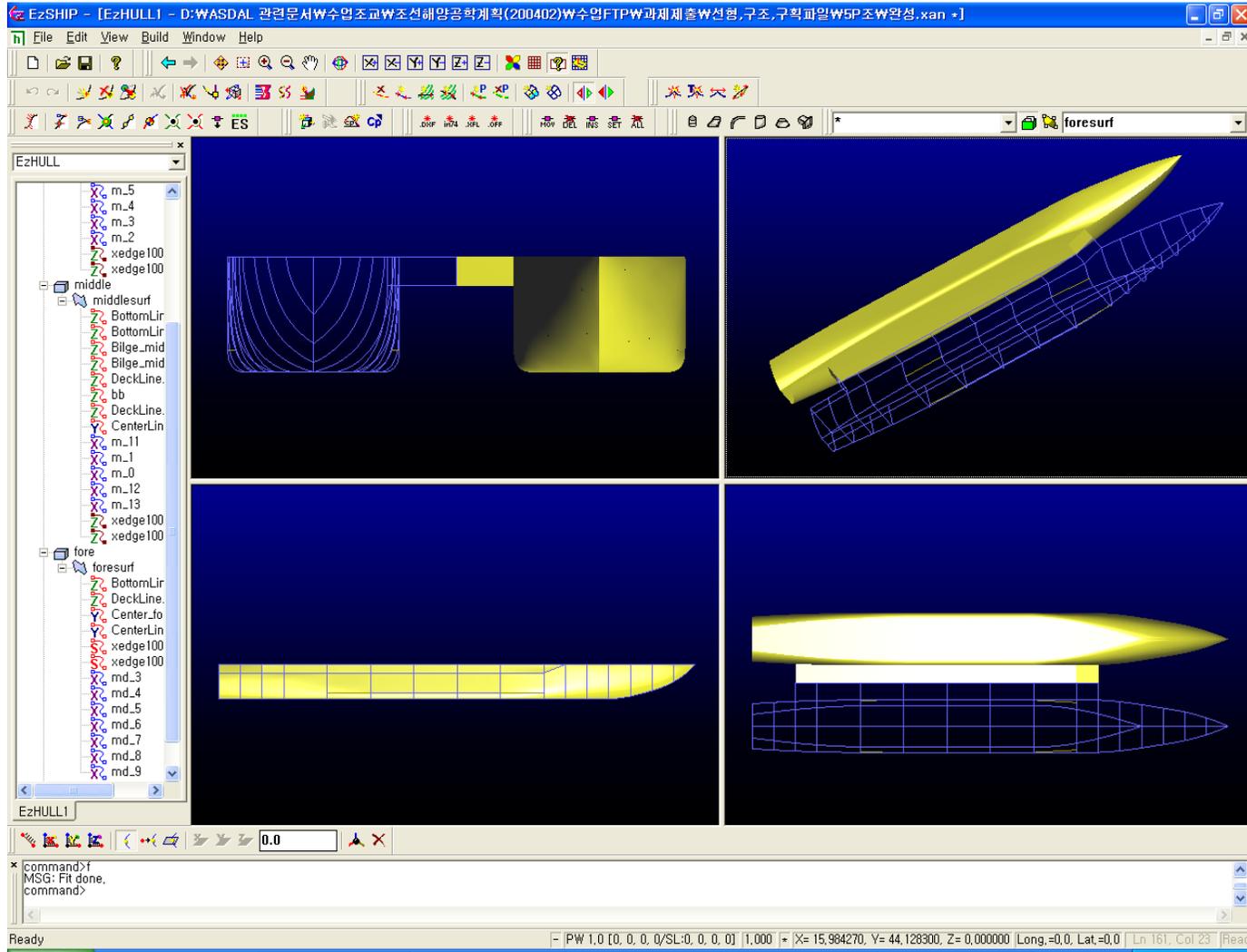
LOA	112.0 cm
LBP	107.5 cm
B	32.5 cm
D	8.5 cm
T	5.4 cm
$C_b$	0.8
LWT	3.3 kg
배수량	11.3 kg



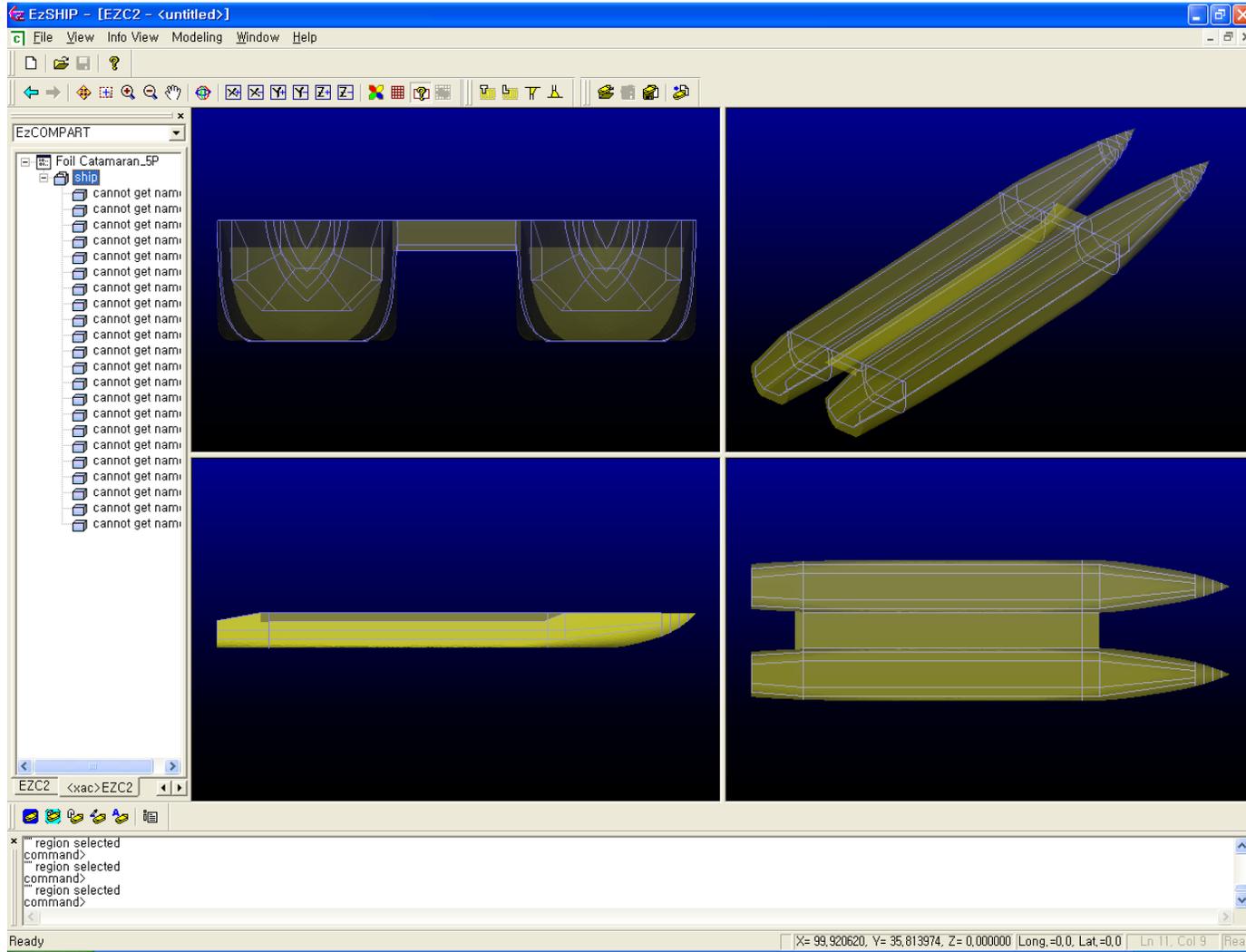
서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 수중의 쌍동선 - 선형 설계



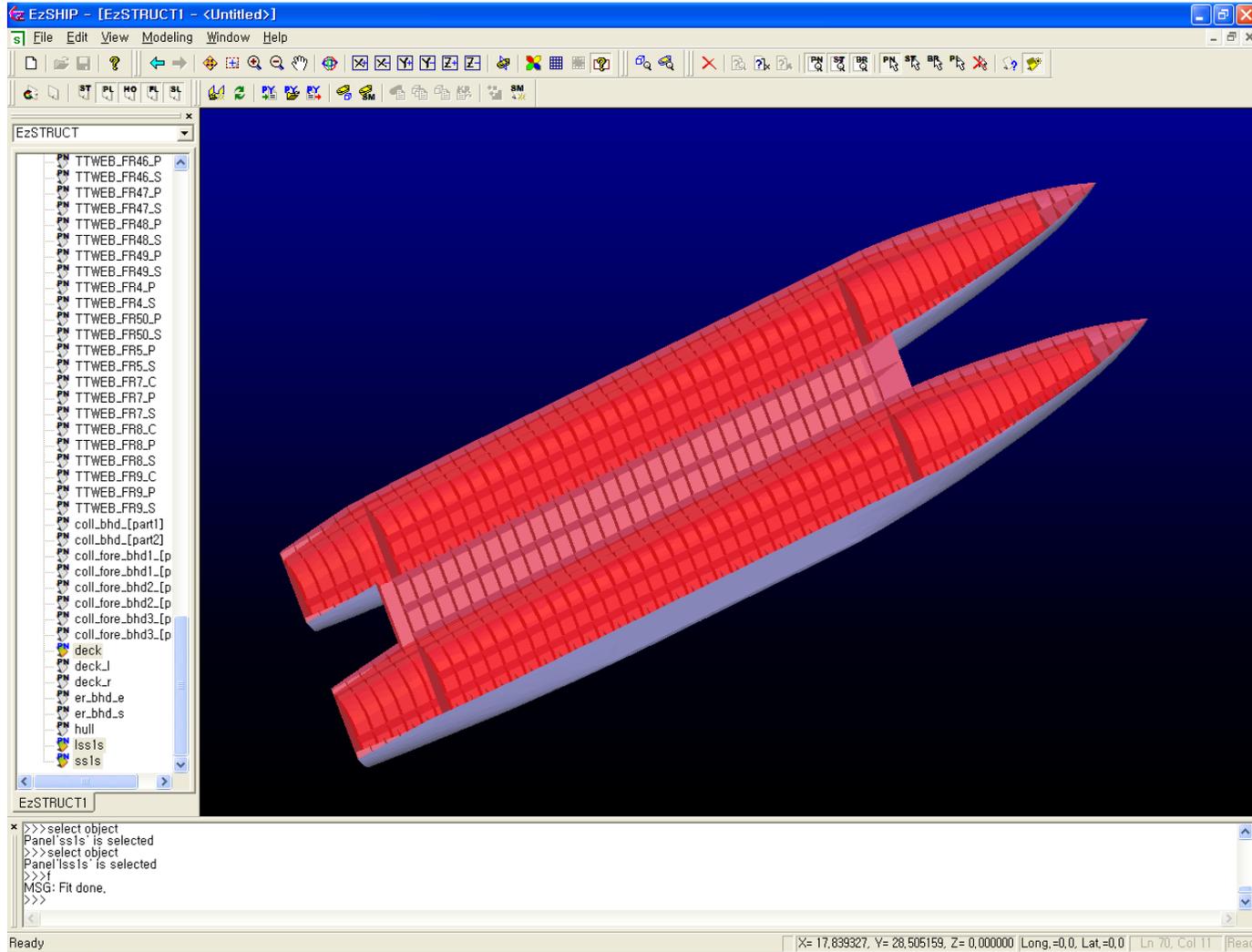
# 수중익 쌍동선 - 구획 배치



서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 수중익 쌍동선 - 구조 설계



서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 수중익 쌍동선 - 제작(1)

*Nesting 및 Cutting ( Foam board )*



# 수중익 쌍동선 - 제작(2)

## 구조 부재 접합



# 수중익 쌍동선 - 제작(3)

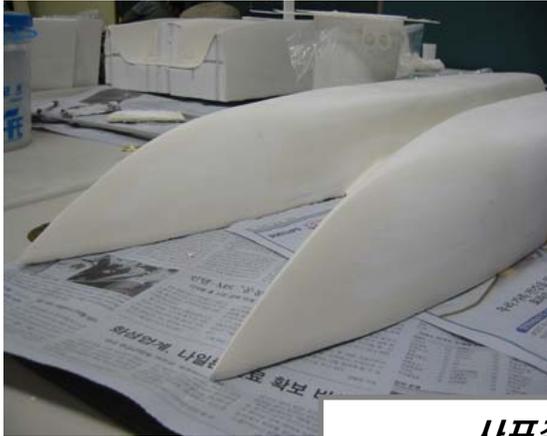
## 외판 작업 ( 선체 외판 곡면 접합 )



Foam board를 이용하여 곡면 접합



Putty를 이용하여 곡면 처리



사포질로 마감



# 수중의 쌍동선 - 제작(4)

## Strut 공간 확보



# 수중익 쌍동선 - 제작(5)

## Strut 제작



서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



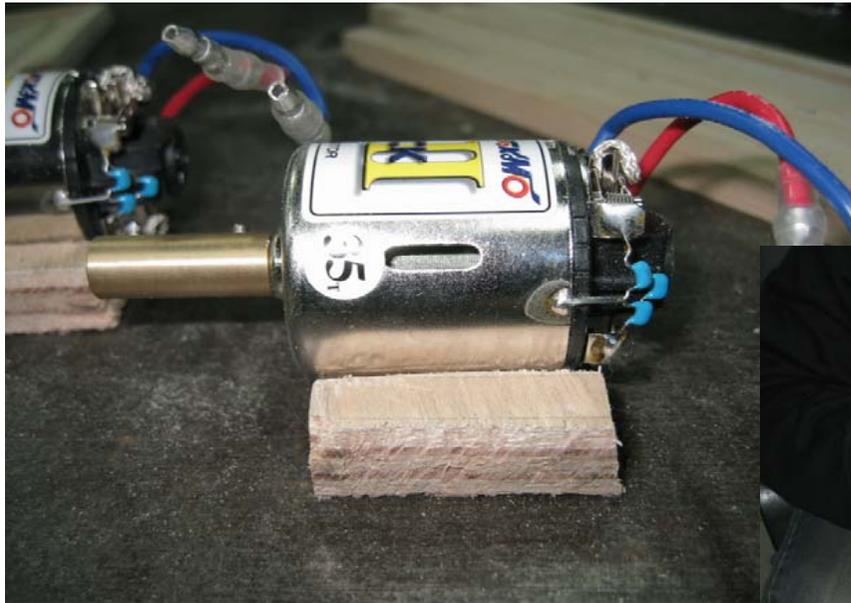
# 수중의 쌍동선 - 제작(6)

## 외판 도장 및 방수 처리



# 수중의 쌍동선 - 제작(7)

## 추진부 설치

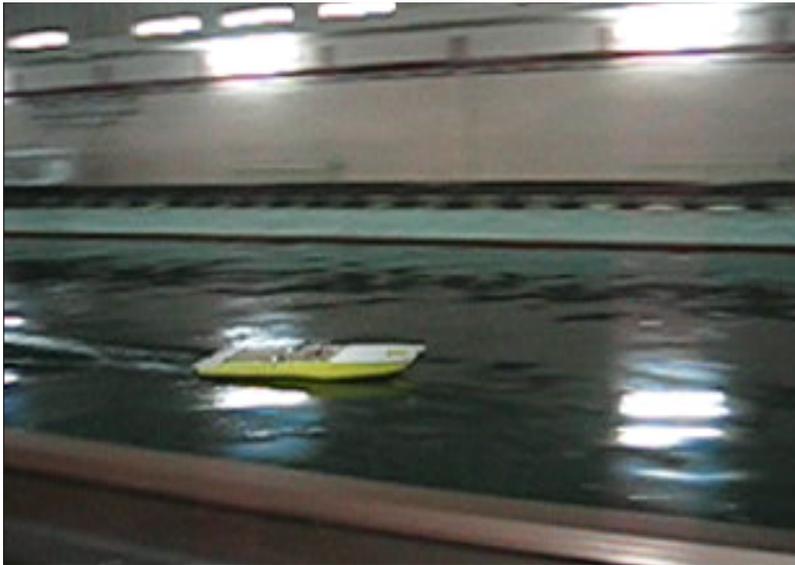


서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 수중익 쌍동선 - 최종완성 및 시운전

최종 완성 및 시운전



서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 삼동선 - 주요제원



LOA	136.5 cm
LBP	129.0 cm
B	37.7 cm
D	15.2 cm
T	7.62 cm
$C_b$	0.3046
LWT	2.734 kg
배수량	10.734 kg

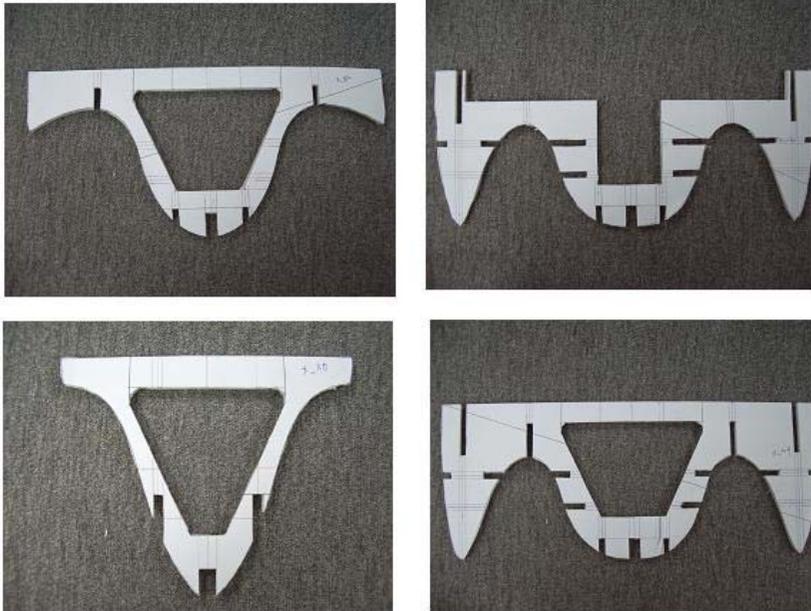


서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 삼동선 - 제작(1)

*Nesting 및 Cutting ( Foam board )*



*구조 부재 접합*



# 삼동선 - 제작[2]

외판 작업 ( 선체 외판 곡면 접합 )



# 삼동선 - 제작(3)

## 외판 작업 ( 선체 곡면 마감 및 도장 )



# 삼동선 - 제작(4)

## 추진부 및 조종부



# 삼동선 - 최종완성 및 시운전

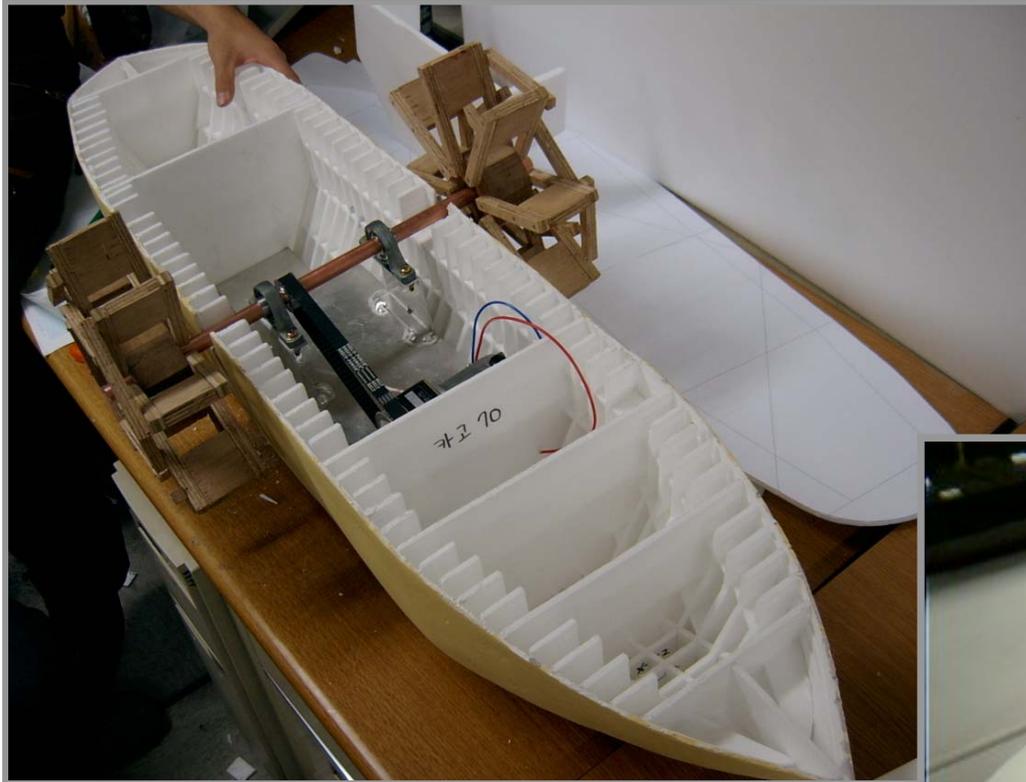
최종 완성 및 시운전



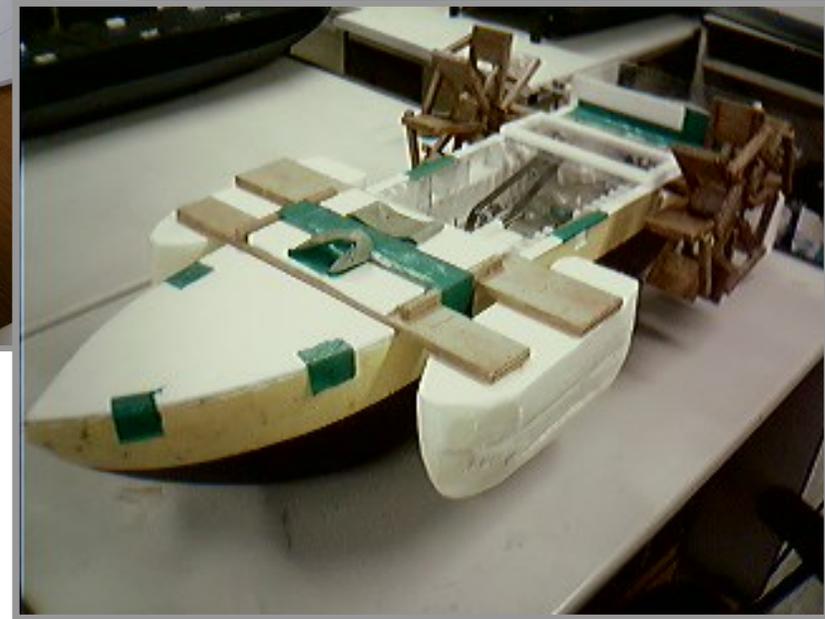
서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 외륜선 - 주요제원



LOA	110 cm
LBP	100 cm
B	24 cm
D	20 cm
T	7.89 cm
$C_b$	0.5798
LWT	3.25 kg
배수량	11.25 kg

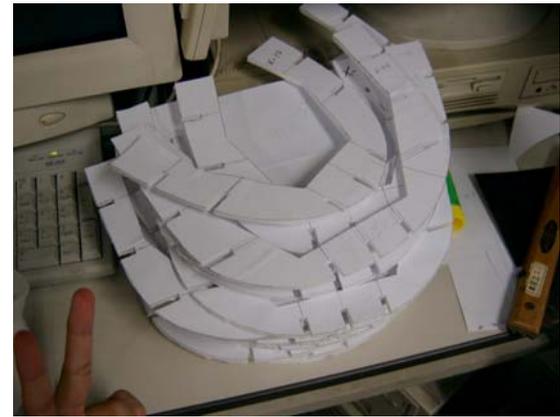
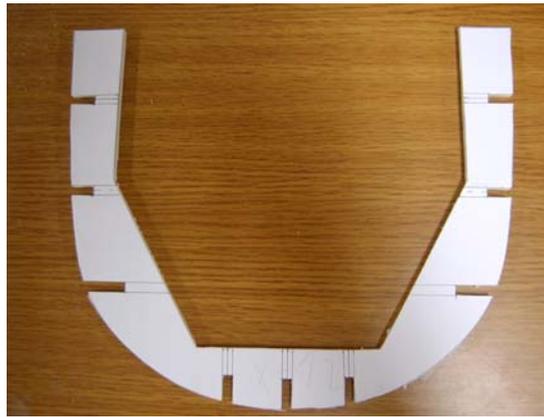
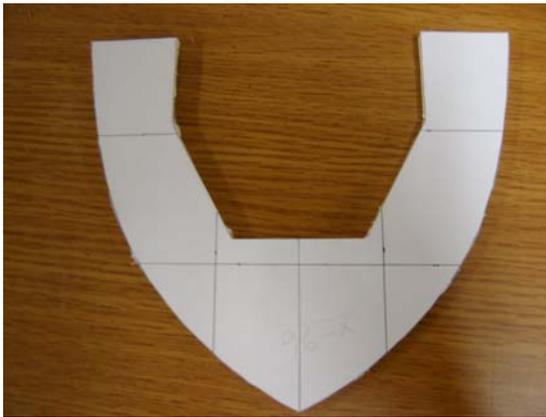


서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 외률큤 - 제작(1)

*Nesting 및 Cutting ( Foam board )*



# 외률큰 - 제작(2)

## 구조 부재 접합



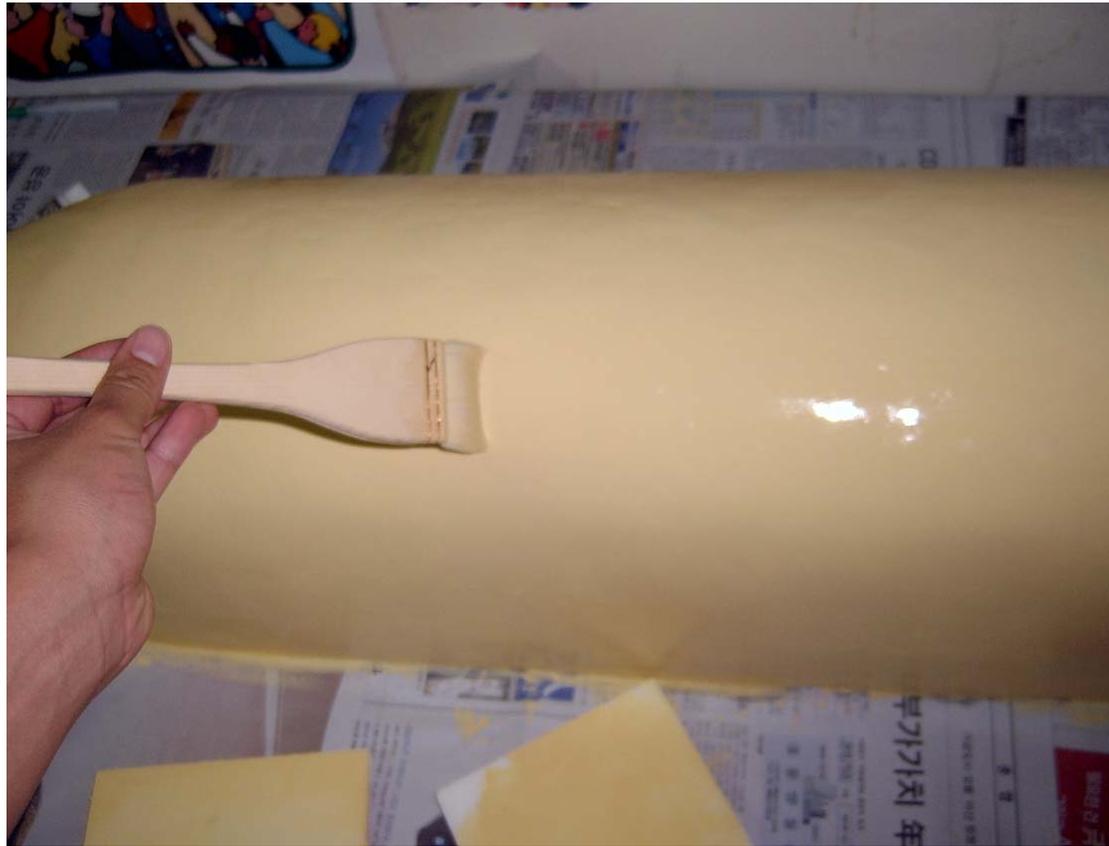
# 외률훈 - 제작(3)

## 외판 작업 ( 선체 외판 곡면 접합 )



# 외률훈 - 제작(4)

외판 작업 ( 선체 곡면 마감 및 도장 )

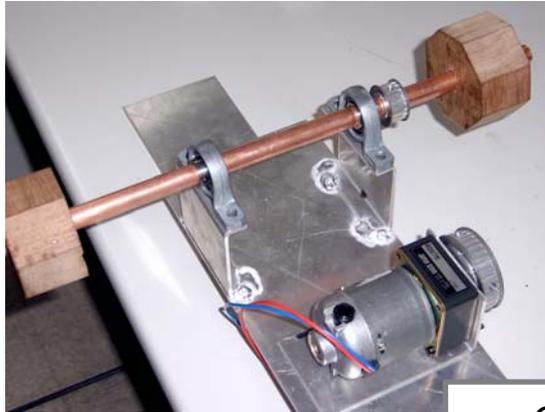


서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기

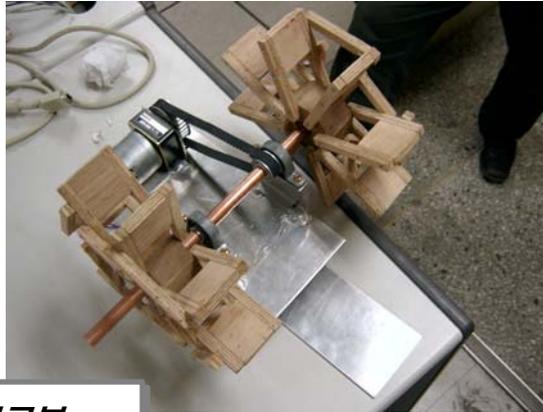


# 삼동선 - 제작(5)

## 추진부 및 조종부



외륵부

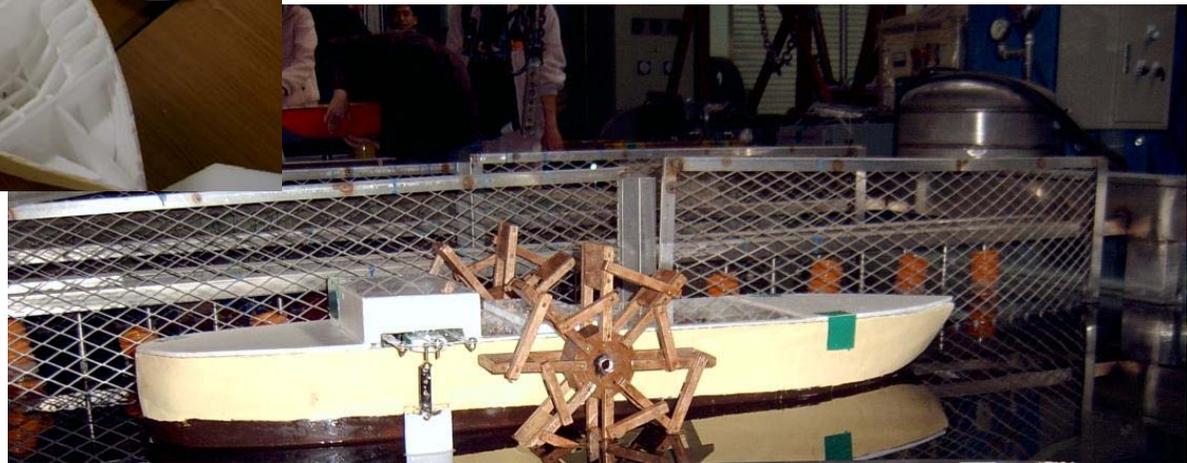
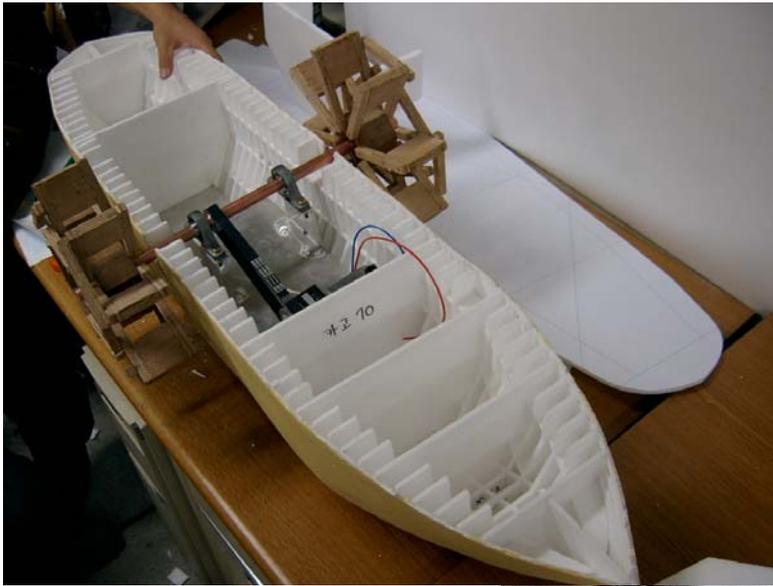


Rudder 연결부



# 삼동선 - 최종완성 및 시운전

최종 완성 및 시운전

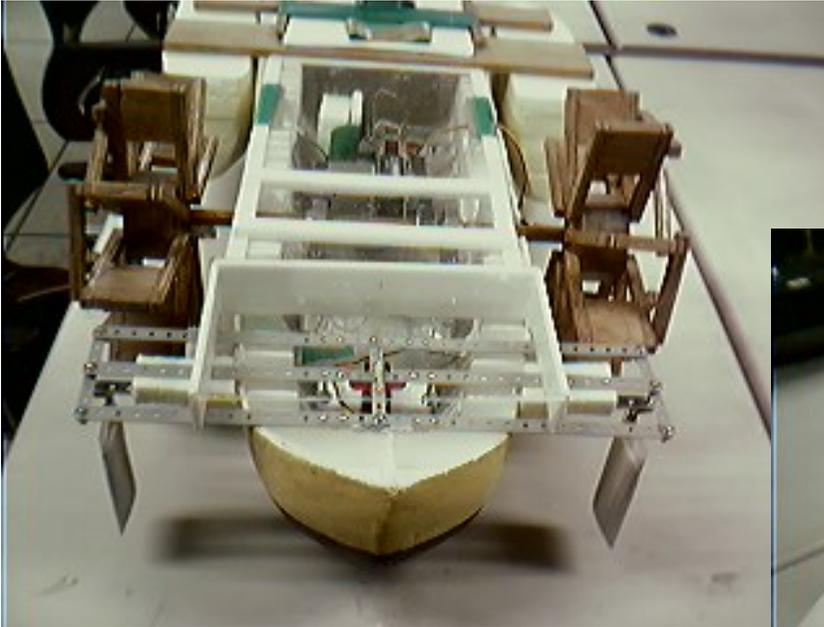


서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기

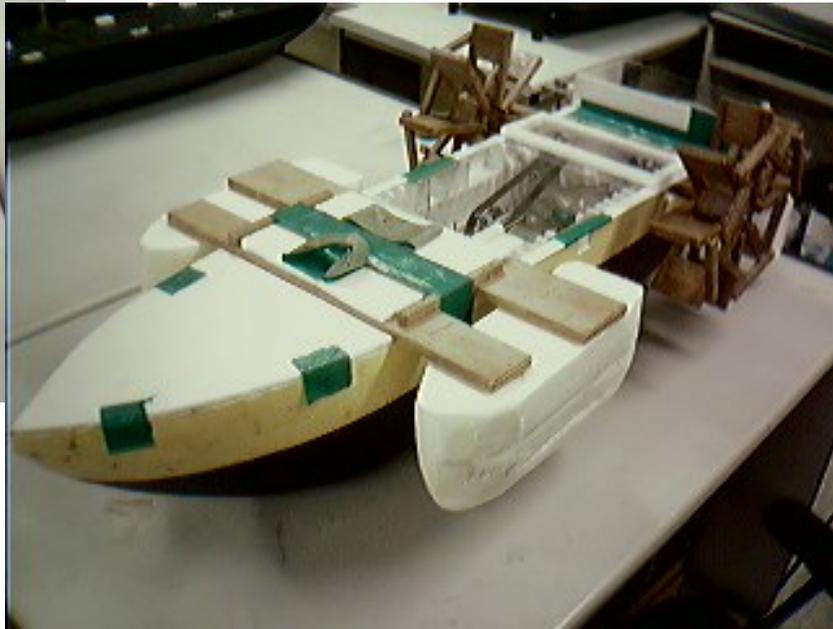


# 삼동선 - 수정 보완

## 수정 보완



조종성 및 안정성 문제로 인해 선체 양측에 보조 부력체 장착



# 모형선박 Contest(1)



수중의 쌍동선



삼동선

2004 11 20



외륜선

2004 11 20

서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기



# 모형선박 Contest(2)



FRP 단동선



FRP 삼동선



단동선



# 모형선박 Contest(3)



삼동선



단동선



단동선



쌍동선

서울대학교 조선해양공학과 학부 2학년 교과목 "조선해양공학계획", 2006학년도 2학기

