

# 선박해양공학개론

2018. 3

류재문(柳在文)

# 교재

- 최신 선박해양공학개론 이승준, 염덕준저
- 선박해양공학개론 대한조선학회

# 배의 역사

(<http://kadiro.com.ne.kr/shiphistory.htm>)

- **배의 발달과정**

- (1) 통나무배 : 원시시대
- (2) 가죽배 : 원시시대
- (3) 파피루스를 엮어 만든 배 : 기원전 2000년
- (4) 지중해를 항해하던 범선(기원전 300년)
- (5) 로마시대의 군함(기원전후)
- (6) 북유럽의 발틱해를 누비던 바이킹 군함(8~9세기)
- (7) 크리스토퍼 콜럼버스가 신대륙 발견에 사용한 '산타마리아'호
- (8) 대서양을 횡단한 최초의 기선 '사반나'호
- (9) 디젤엔진의 현대 호화 여객선

# 원시시대의 배(사이버조선박물관)



A

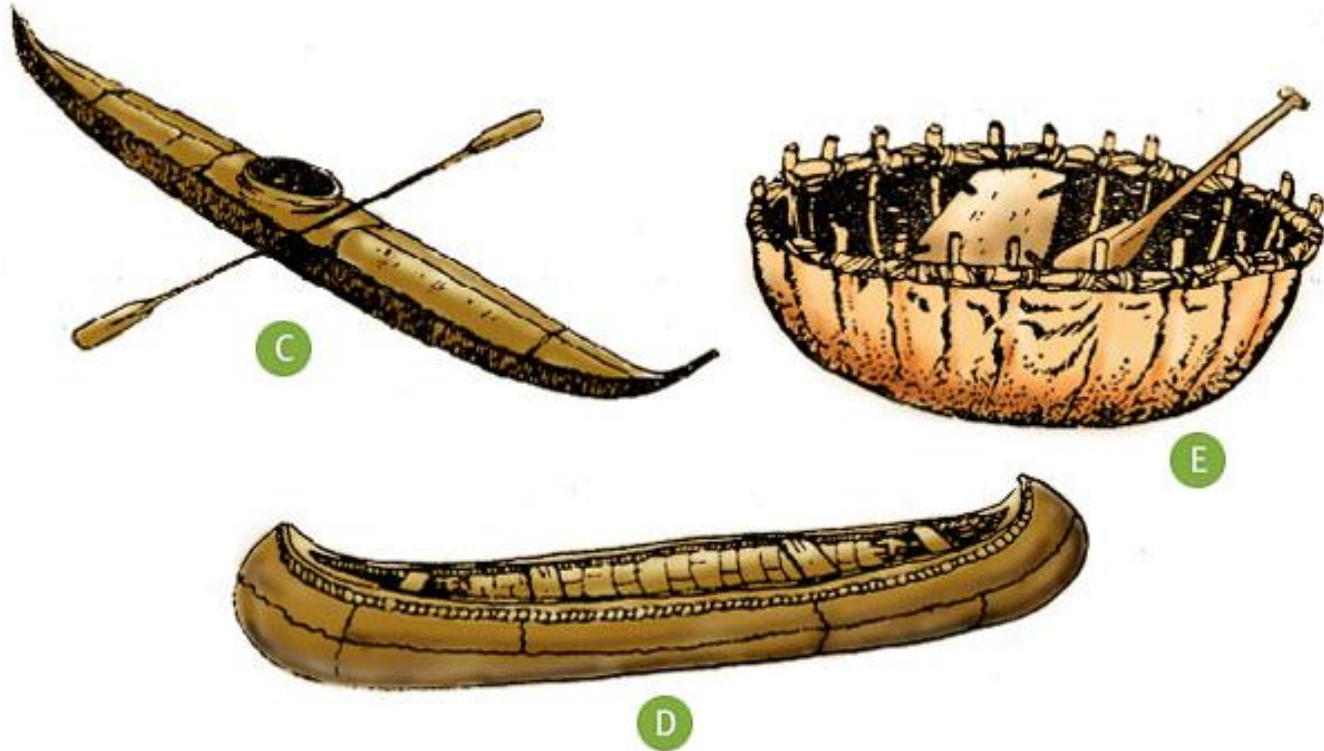


B

A - 파피루스선(papyrus boat) : 아프리카에서 갈대를 묶어서 많이 이용되고 있다.

B - 발사선(balsa) : 남아메리카의 티티카카호에서는 지금도 발사(balsa)라는 가벼운 나무를 뭉치고 엮어서 만든 배이다.

# 원시시대의 배

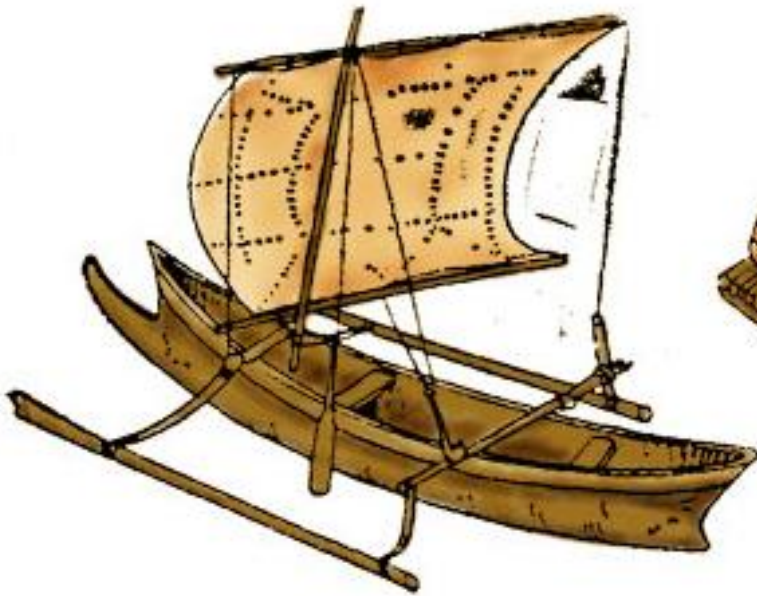


**C - 카약(kayak)** : 그린랜드를 비롯한 추운 지방에 살고 있는 에스키모는 지금도 나룻가지로 나룻가지로 만든 골격 위에 동물 가죽을 입힌 카약을 북극 바다에서 쓰고 있다.

**D - 카누(canoe)** : 캐나다의 브리티쉬 컬럼비아 지방에서는 나무의 껍질을 입힌 카누(canoe)를, 아메리카 인디언들은 얼마전까지만 해도 수피 또는 목피를 씌운 카누를 사용하고 있었다.

**E - 가죽배** : 스코틀랜드, 웨일즈 등 영국과 아일랜드의 각지방, 티그리스강과 유프라테스 강변에는 나룻가지로 바구니 모양으로 엮은 배대 위에 수피를 씌운 가죽배가 여전히 남아 있다.

# 원시시대의 배



F



G

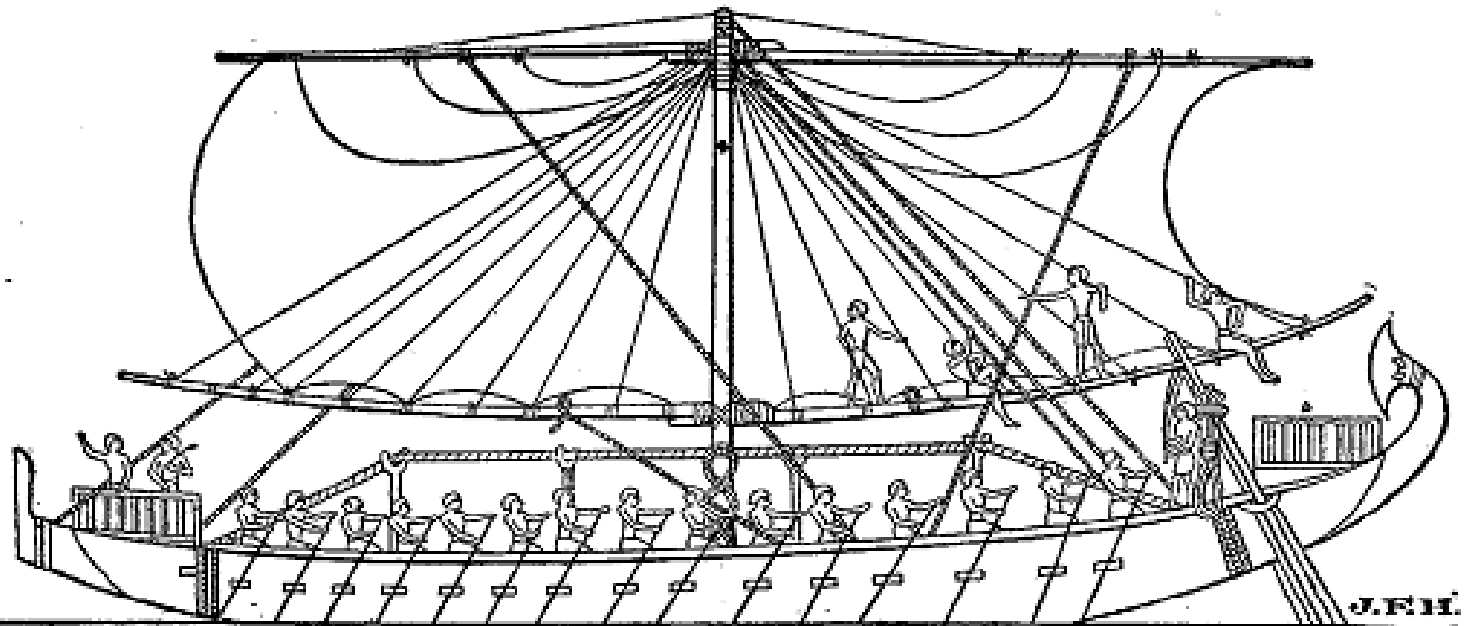
**F - 통나무배 :** 세계 도처의 하천에 통나무를 깎아서 만든 통나무 배가 아직도 남아 있고, 한강 상류와 같은 데도 현재까지 남아 있다. 남양(南洋)의 여러 도서, 아프리카 해안에서는 통나무를 깎아내서 경쾌한게 만든 카누가 토착민들 간에 아직도 애용되고 있다.

**G - 뗏목배 :** 말레이시아 반도와 자유중국 등 동남아 여러 나라에서는 참대로 엮어서 만든 뗏목배가 어업에 이용되고 있다.



# 고대 이집트 배





***Egyptian ship on the Red Sea, about 1250 B.C. (From Torr's "Ancient Ships.")***

Mr. Langton Cole calls attention to the rope truss in this illustration, stiffening the beam of the ship. No other such use of the truss is known until the days of Modern engineering.

그림 1-2 종강도를 고려한 고대 이집트의 배

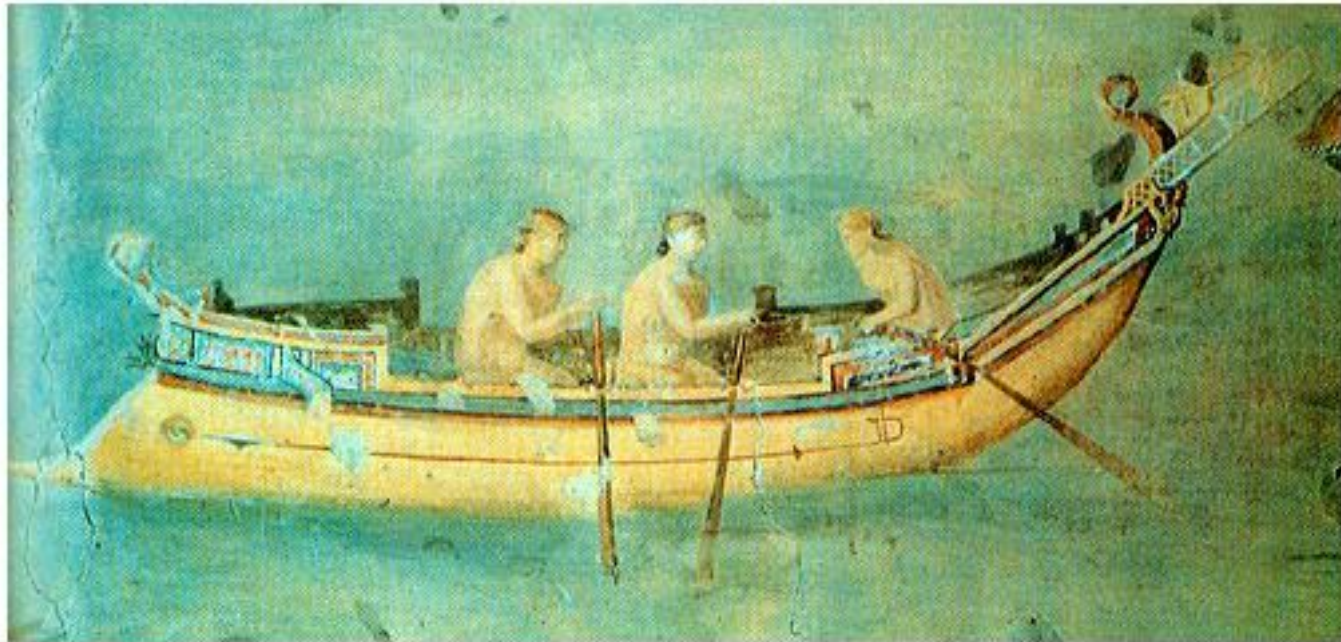






그림 1-3 지중해

# 고대의 선박: 로마의 배





# 범선

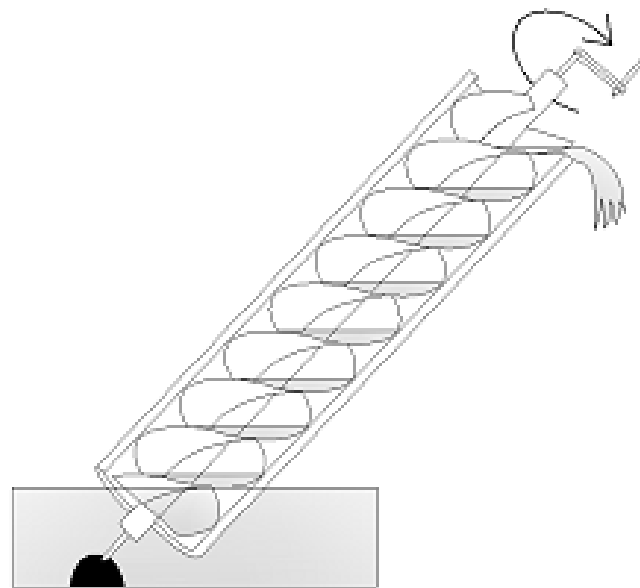


그림 1-4 캐릭인 콜럼버스의 기함,  
산타 마리아(Santa Maria)호

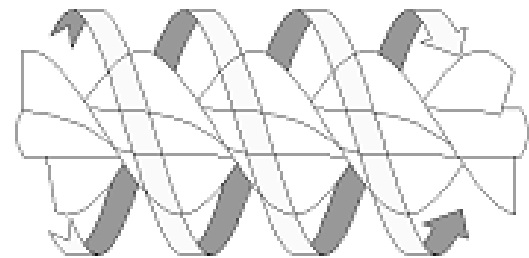


그림 1-5 갈레온인 넬슨의 기함, 빅토리(Victory)호

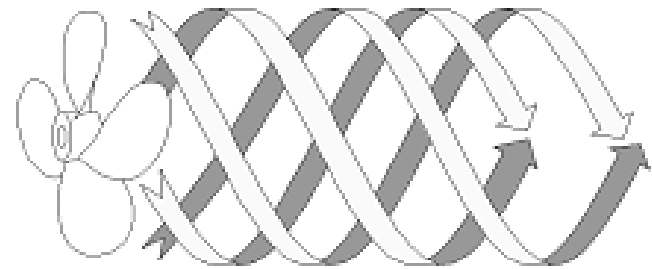
# 아르키메데스 나사펌프



(a)



(b)



(c)

그림 1-6 아르키메데스의 나사펌프 (a)와 프로펠러 (b, c)

# 배의 운동: 2계 미방

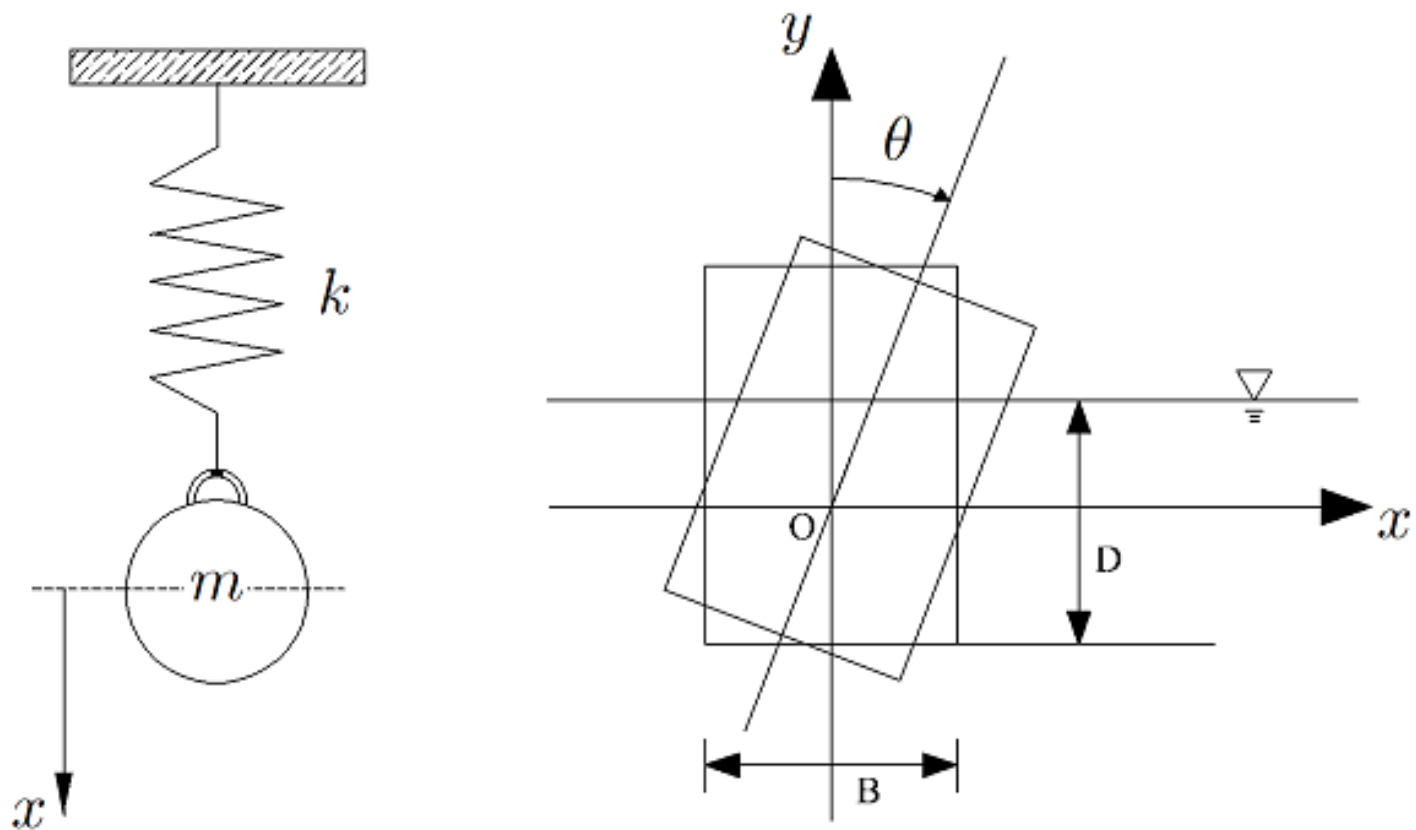


그림 1-9 질량-스프링 계와 배의 횡동요

# 2장 선박의 정의 (법규상)

## 1. 선박법상의 정의

선박법에서의 선박은 '부양력을 가진 구조물로서, 사람 또는 화물을 적재하고 바다 위를 스스로의 힘으로 나아갈 수 있는 능력을 가진 물체'를 뜻한다. 따라서 선박을 수리하는 부선거(floating dock), 제조 중인 선박, 인양이 불가능한 침몰선, 바지(barge), 추진기가 없는 준설선(dredger), 기중기선(deck crane ship), 등대선(light house ship) 등은 선박법 상으로는 선박에 속하지 않는다. 다만 예인을 당하고 있는 바지는 선박으로 간주한다.

## 2. 해상법상의 정의

해상법상의 배는 '상행위 또는 영리를 목적으로 하는 것'만을 말하며, 단정이 나 노, 샷대로 이동하는 노도선 및 국·공유의 공용선은 포함되지 않는다.



# 선박의 정의

## 3. 해상충돌예방규칙상의 정의

물 위에서 운송의 수단에 제공 또는 제공될 수 있는 가동체를 총칭하며, 그 형상, 종류, 대소 등에 관계 없이 선박으로 간주한다. 그러므로 부선, 준설선, 등대선, 부선거 등도 이 규칙에 의하면 선박으로 간주한다. 다만, 자력 또는 타력에 의하여 다른 지점으로 이동할 때에만 적용받는다.

# 선박의 정의

## ➤ 선박이란?

- 물(호수, 강, 바다)을 건너기 위한 수단으로 만들어진 구조물

## ➤ 선박의 특징

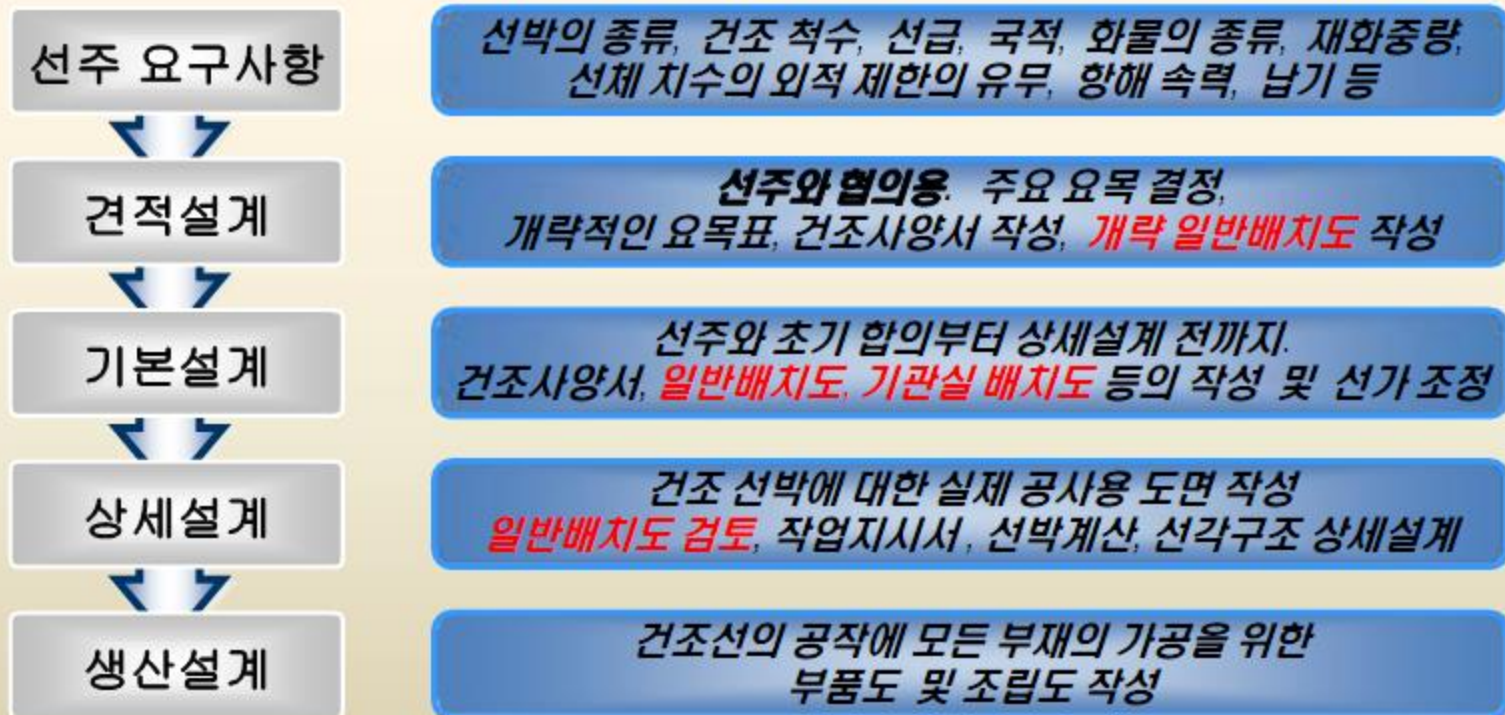
- 부양성
- 적재성
- 이동성
- 안전성

## 선박의 정의 :

바다에서 화물과 승객을 싣고, 떠서, 움직이는 대형 구조물

☑ 선박의 특성 : 적재성, 부양성, 이동성, 안전성

☑ 선박의 설계 과정



# 선박설계에서 고려해야 할 점

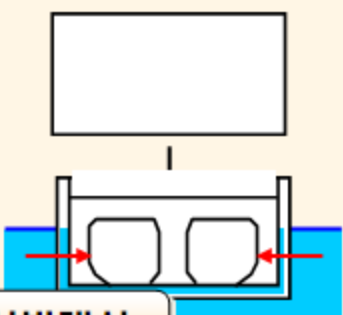
철의 밀도 = 7.85 ton/m<sup>3</sup>

## ■ 선박의 기본적인 요건

1) 물에 떠서 안정하게 있어야 한다

선박안정론

→ 선박의 무게 = 밀어낸 물의 무게\* (평형상태)



2) 짐을 실을 수 있어야 한다

선박구획배치설계/선박계산

→ 최대한 많은 짐을 실을 수 있도록  
내부가 비어있어야 함

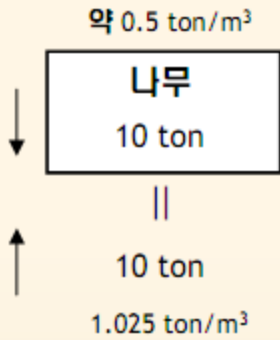
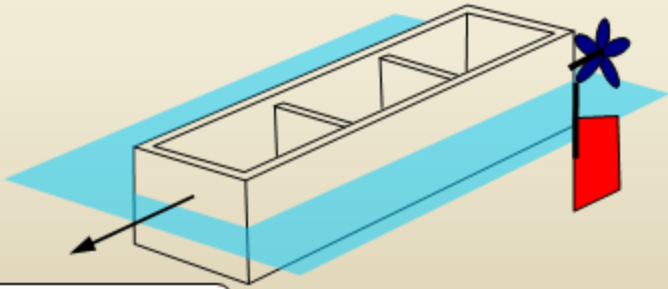
3) 원하는 목적지로 빨리 갈 수 있어야 하고, 조종이 가능해야 한다

- 형상: 물의 저항이 작은 형태(ex. 유선형)
- 추진기관: 디젤 엔진, 나선형 프로펠러
- 조타기관: Steering gear, Rudder

4) 튼튼한 그릇으로서의 역할을 해야 한다

→ 철판(약 10~30 mm 두께)과  
보강재를 용접한 구조물

선박구조역학/구조설계.해석



선박형상설계,  
선박유체역학,  
추진기설계,  
선박운항제어론

\* 아르키메데스의 원리: 유체 속에 있는 물체(부유체)가 받는 부력의 크기는 그 물체가 밀어낸 유체의 무게와 같고 그 방향은 중력과 반대 방향이다

# 선박의 기능: 기본기능

- 부양기능 (Flotation Capability)
- 추진장치 (Self Propulsion Performance)
- 구조기능 (Vessel Structural Strength)
- 화물적재와 안정성 및 복원성 (Cargo Loading and Statical Stability)
- 운동성능 (Ship Motion Characteristics)
- 조종성능 (Maneuverability)

# 선박의 기능: 운항기능

- 操船裝置 (Steering System)
- 화물 적하 및 양하역 (Cargo Stowage, Loading and Unloading)
- 계선 계류 설비 (Mooring Facility)
- 항해 및 통신설비 (Navigation and Communication)

# 선박의 기능: 동력발생기능

- Main Propulsion Engine
- 기관실 보조기기 (Engine Auxiliary Equipment)



# 선박의 기능: 거주 및 인명 안전

- 선원 거주구 설비 (Crew Accommodation Facility)
- 소화장치 및 구명장치 (Fire Extinguishing and Saving Equipment)

## 2.2 용어의 정의

### PRINCIPAL PARTICULARS

LENGTH	O.	A.	229.00 m
LENGTH	B.	P.	220.00 m
BREADTH		(MLD.)	40.00 m
DEPTH		(MLD.)	21.00 m
DRAFT DESIGN		(MLD.)	13.00 m
DRAFT SCANTLING		(MLD.)	14.00 m
DEADWEIGHT	( at S. L. W. L )		abt. 80.000 ton
MAIN	ENGINE		
SPEED	SERVICE		abt. 15.0 Kts
CAMBER	1.00 m		

그림 2-2 선박의 주요제원 표기방법

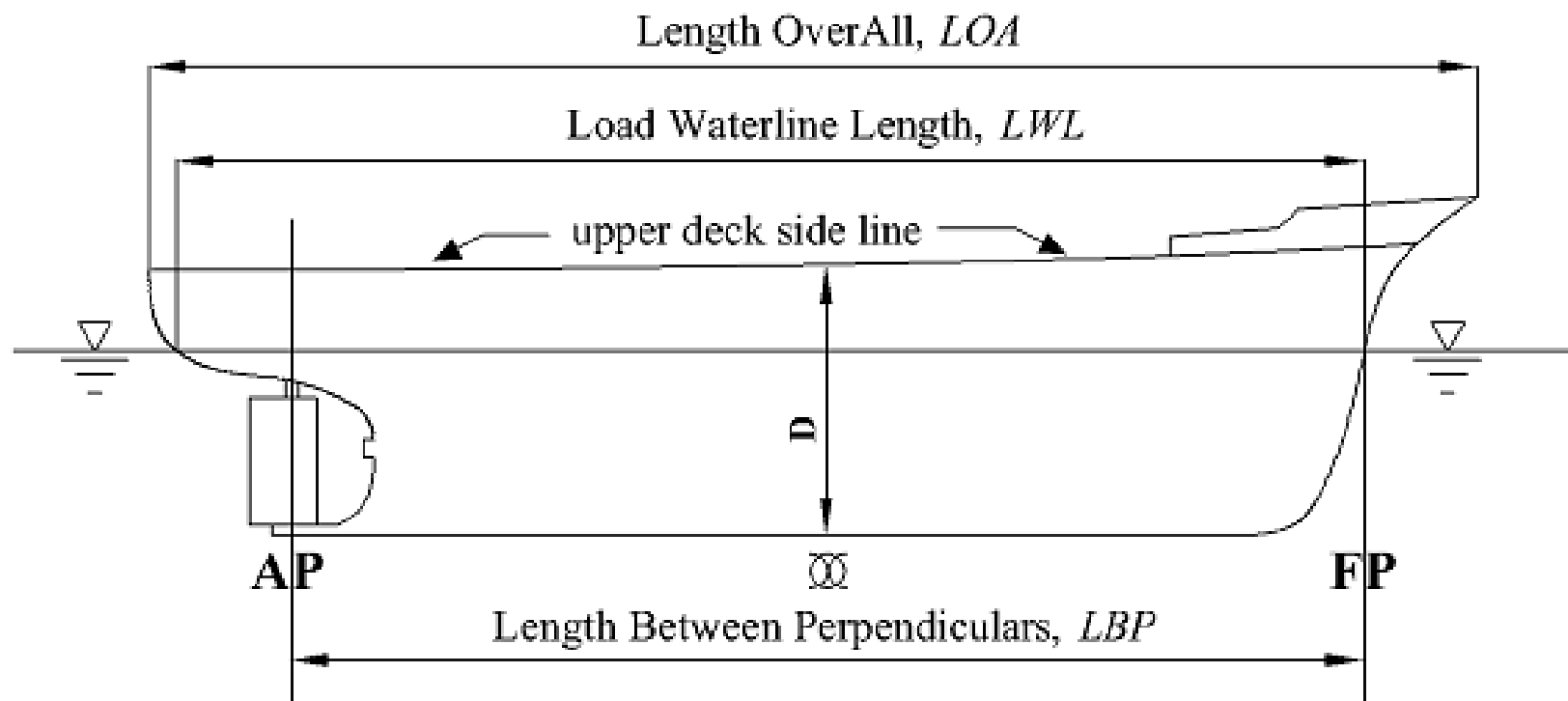


그림 2-3 각종 길이의 정의

# 만재흘수선

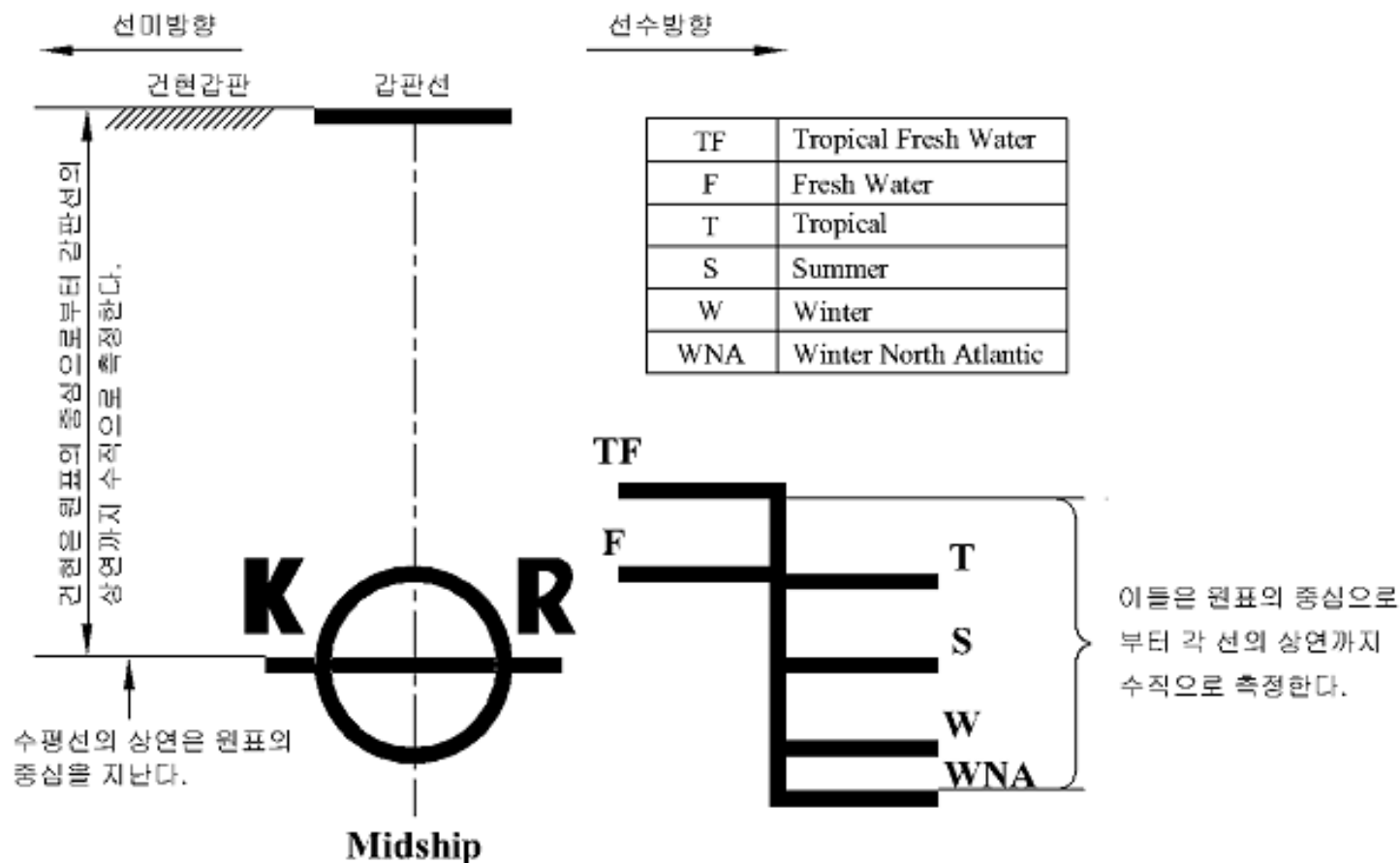


그림 2-4 만재흘수선 표시

# Block Coefficient

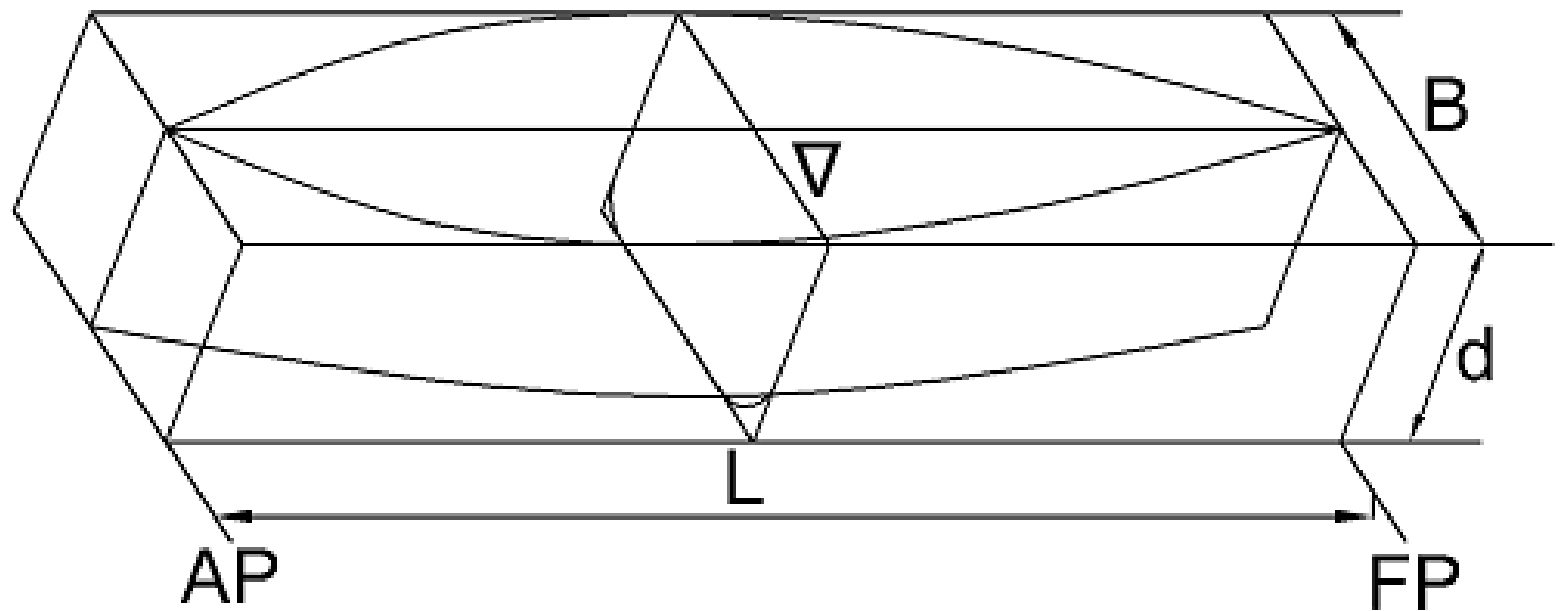


그림 2-5 방형계수의 정의

# Prismatic Coefficient

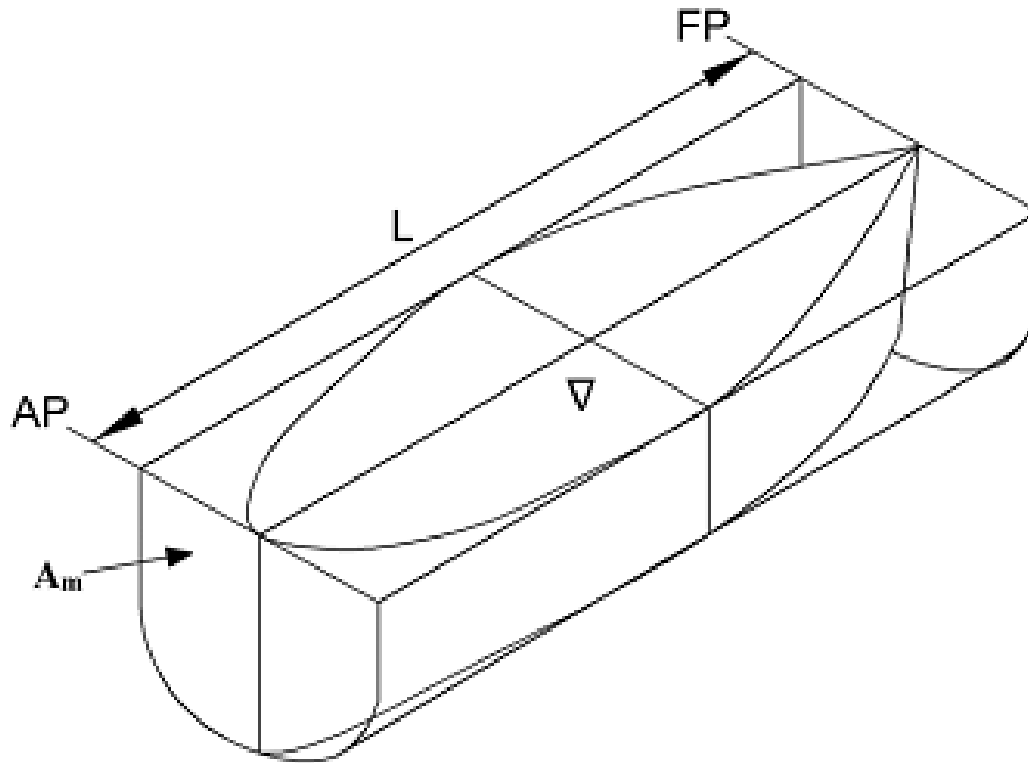


그림 2-6 주형계수 정의

# Waterplane Area Coefficient

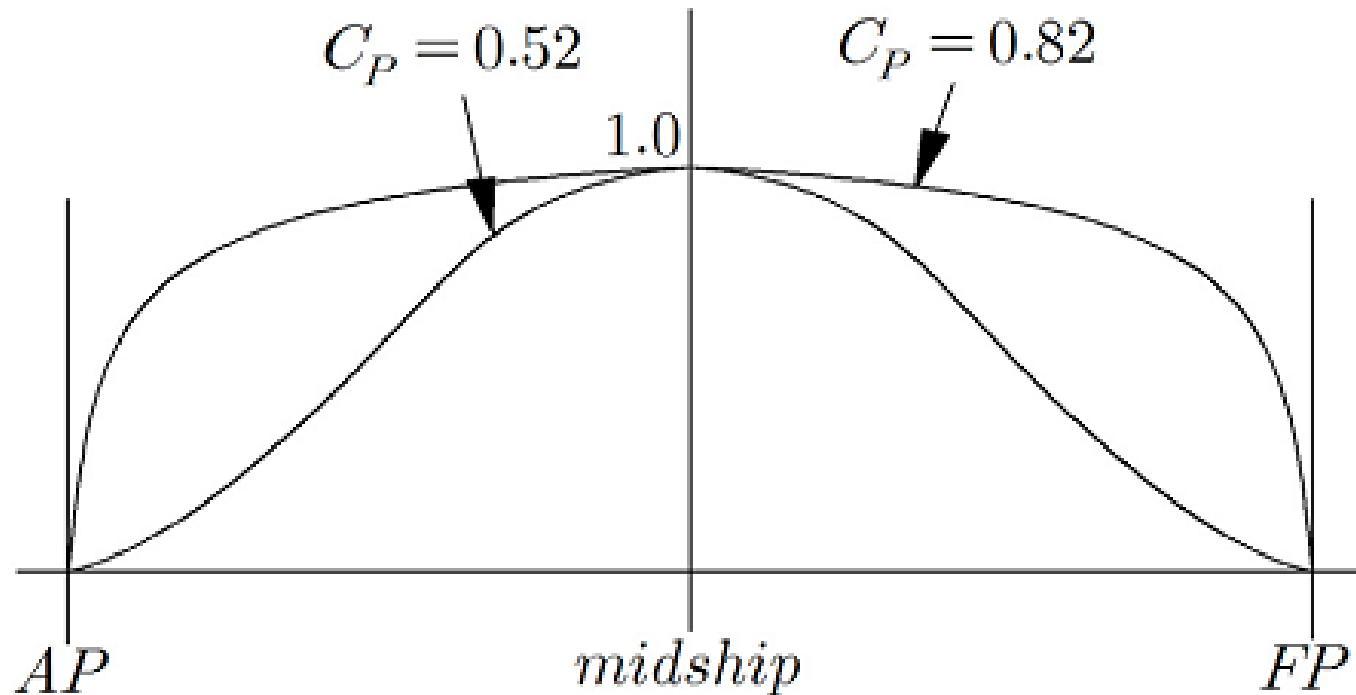


그림 2-7  $C_p$  곡선



# 배의 크기

- 배수량 (Displacement): 중량 톤수
  - Molded
  - Full load
  - Light weight
  - DWT(=Full load – Light load)
- 용적톤수
  - 총톤수 (GT)
  - 순톤수 (NT)
  - 표준화물선 환산톤수, 보정 순톤수(CGT)
- TEU

# 속력과 마력

- Speed : Knots, 무차원수 : Fn
  - Sea Margin
  - 기관 동력: Horsepower
    - MCR(Maximum Continuous Rating)
    - NOR(Normal Operating Rating)
  - 동력의 단위
    - hp (horse power)
    - ps
    - kw
- $1\ hp = 0.746\ kW = 1.014\ PS, 1\ PS = 0.735\ kW = 0.986\ hp$

## 2.3 기본도면

- Key Plan

# 선박의 이해(I)

## 1 Introduction

This chapter shows some 3-dimensional views of ships. All visible parts and spaces are numbered and named.

This is meant as an introduction to different types of ships and can be used as a reference for the following chapters. It can also be used as an indication of the size of a compartment compared to the whole ship.

## 2 Multi-purpose ship "Capricorn"

1. Rudder
2. Propeller
3. Main engine with gearbox and shaft generator
4. CO<sub>2</sub> bottles in CO<sub>2</sub> room
5. Man overboard boat (MOB)
6. Free fall lifeboat
7. Crane for MOB, lifeboat, liferaft and provisions
8. Funnel with all exhaust pipes
9. Bow mast with navigation lights
10. Cross trees with radarcones
11. Topdeck with magnetic compass and search light
12. Accommodation
13. Hatch cradle
14. Heavy fuel oil tank
15. Bulk cargo
16. Vertical bulkhead or partition
17. Heavy cargo, steel coils
18. Project cargo
19. Horizontal decks or hatchcovers
20. General cargo, rolls of paper
21. Steer motor
22. Hold fan
23. Fixed bulkhead
24. Container pedestal
25. Tanktop, max. load 13 t/m<sup>2</sup>
26. Containers, 5 rows, 3 bays
27. Vertical bulkhead or partition
28. Hatch coaming
29. Wing tank (ballast)
30. Bulk cargo
31. Gangway
32. Stacked hatches
33. Top light, range light
34. Breakwater
35. Anchor winch
36. Collision bulkhead
37. Deep tank
38. Bow thruster in nozzle
39. Forepeak tank in bulbous nose
40. Port side
41. Starboard side

## Principal Dimensions

Length o.a.	118.55 m
Length b.p.p.	111.55 m
Breadth moulded	15.20 m
Depth to maindeck	8.45 m
Design Draught	8.50 m
Corresponding deadweight (TCL) gross tonnage (moulded)	6000 tons

## Capacity

Containers (54 m homogeneous, i.e. g. 40' x 60' in accordance with ISO standard at max draught of approx. 8.30 m):

in hold	174 TEU
on hatches	96 TEU

## Containers

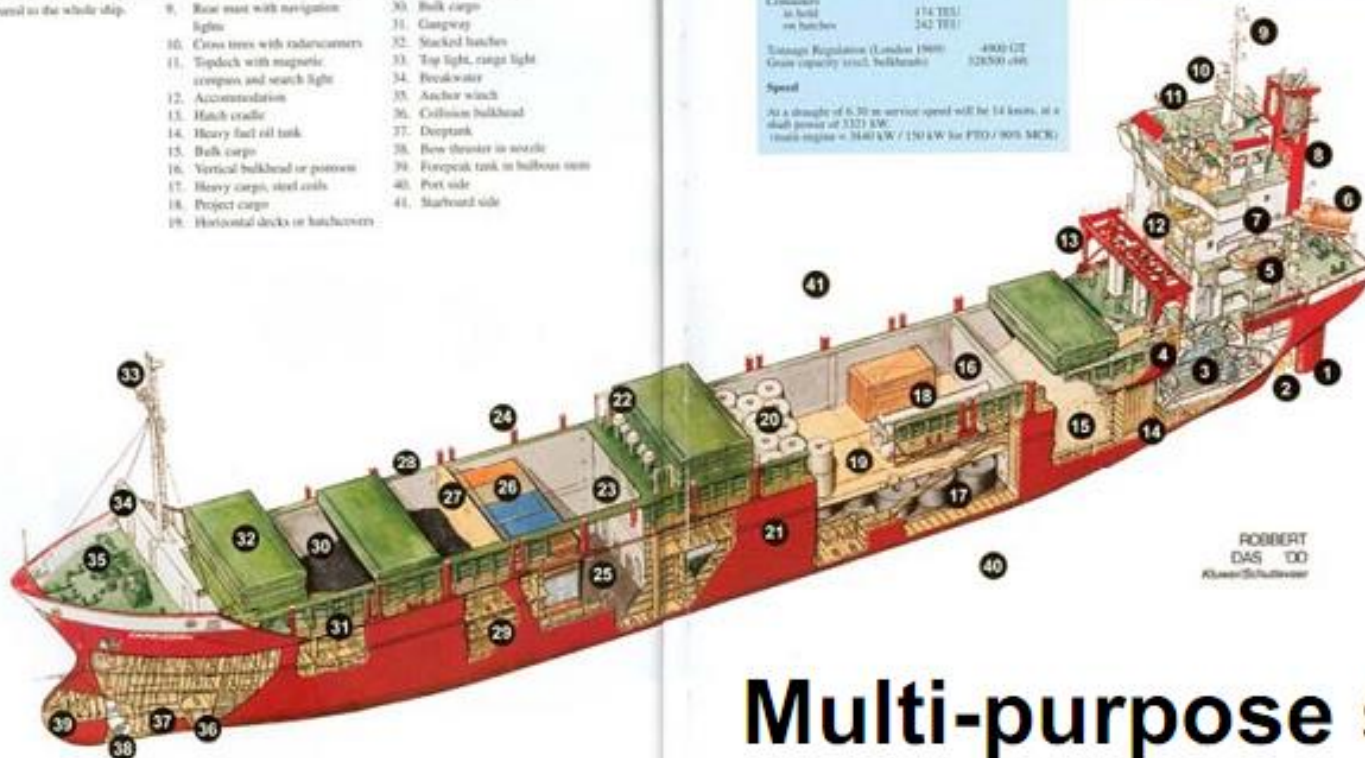
in hold	174 TEU
on hatches	142 TEU

## Tonnage Regulation (London 1966)

Gross capacity (incl. bulkheads)	4900 GRT
Gross capacity (incl. bulkheads)	52850 cwt

## Speed

At a draught of 8.30 m service speed will be 14 knots, at a shaft power of 3321 kW.  
(Main engine = 3440 kW / 150 kW for PTO / 80% MCR)



ROBERT  
DAS '00  
Klausur/Schiffbau

# Multi-purpose ship

# II. Container Ship

3 Open container ship "Nedlloyd Europa"

1. Rudder
2. Propeller
3. Stern
4. Container with a length of 40 feet (FEU) on a 40' stack
5. Container with a length of 20 feet (TEU) on a 20' stack
6. Accommodation ladder
7. Plot of bunker door
8. Container guide rail
9. Row no 11
10. Row no 04
11. Tier no 08
12. Wing tank (water ballast)
13. Service gallery
14. Fixed stack
15. Movable stack
16. Bay no 15
17. Bay no 06
18. Tier no 06
19. Cells, hold 1 and 2, for containers with dangerous goods (explosives)
20. Container support
21. Breakwater
22. Bulbous bow

## Principal Dimensions

IMO no.	8915691
Name	Nedlloyd Europa
Gross Tonnage	48558
Net Tonnage	19254
Displacement	30620
Year when Built	1991
Engine	41615 hp Sulzer
Ship Builder	Mitsubishi H.L. Nagasaki Japan
Speed	23.5 knots
Yard Number	1184
Dimensions	266.30-32.24-23.25
Depth	12.50
Vessel Type	Container Ship
Call Sign	PCDF
Containers	3604 teu
Flag	Neth.
In Service	1997



Container ship

# III. Car & Passenger Ferry

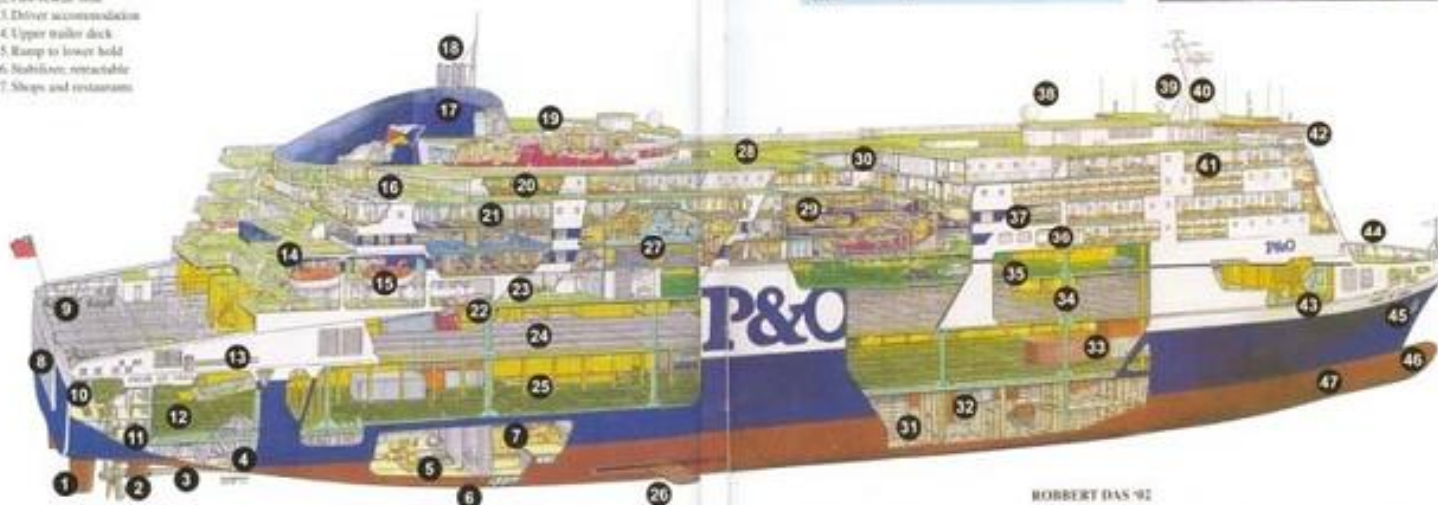
4 Car & Passenger Ferry "Pride of Hull"

1. Backer rudder
2. Controllable pitch propeller
3. Stern tube
4. Ballast tank
5. Aft engine room with gearbox
6. Seawater inlet chest
7. Forward engine room with 1 of the 4 main engines
8. Stern ramp
9. Mooring gear
10. CO<sub>2</sub> - battery space
11. Harbour control room for loading officer
12. Maindeck for trailers and double stacked containers
13. Gangway
14. Outside docks
15. Lifboat hanging in davits
16. Deck 11
17. Funnel
18. Exhaust pipes
19. Panoramic lounge
20. Officer and crew mess
21. Passenger cabins
22. Fast-revol boat
23. Driver accommodation
24. Upper trailer deck
25. Ramp to lower hold
26. Stabiliser: retractable
27. Shops and restaurants
28. Helicopter dock
29. Entertainment spaces and bars
30. Fun room
31. Hoisting tank
32. Void
33. Ro-ro cargo
34. Web frame
35. Car deck
36. Marine evacuation system
37. Cinema
38. Satellite dome for internet
39. Satellite dome for communication (Inmarsat)
40. Radar mast
41. Officer cabins
42. Wheelhouse
43. Car deck fan room
44. Forecastle
45. Anchor
46. Bulwark bow
47. Bow thrusters

Principal Dimensions	
Delivered	Nov. 2002
Contract Price	128 million USD
Classification	Cory's Regent +100A/L, Roll-on Roll-off Cargo and Passenger Ship +134C, UMS, SLM
Dimensions	
Length o/a	215.33 m
Length b.p.	203.70 m
Beam mld.	31.50 m
Draught design	6.05 m
Depth to maindeck	9.40 m
Engine	
GT	34,925
NT	28,564
DNV design	9,800
DNV sailing	10,310
Passenger	
Total capacity	1360
Cabin	546
Car / Trailer Deck	
Car	1300
Trailer	1155 m
Crew	141
Accom.	
Stern ramp (L x W)	12.5x18 m
Machinery	
Main engine (1)	Output, kW each 9450
Output, 2020 at	51700
Rpm	900
Aft engine (2)	4090
kW each	720
Propellers (2)	
Diameter	4.9 m
Rpm	720
Bowthrusters (2)	
kW each	2000
Speed / Consumption	
Trial speed	25.8 knots
Service speed	23.0 knots
Fuel consumption	130.8 t/24h
Fuel quality	380 cSt
Tank Capacities	
Heavy fuel oil	3000 m <sup>3</sup>
Lub oil	70 m <sup>3</sup>
Fresh water	400 m <sup>3</sup>
Ballast water	3500 m <sup>3</sup>



Exterior view "Pride of Hull" in service

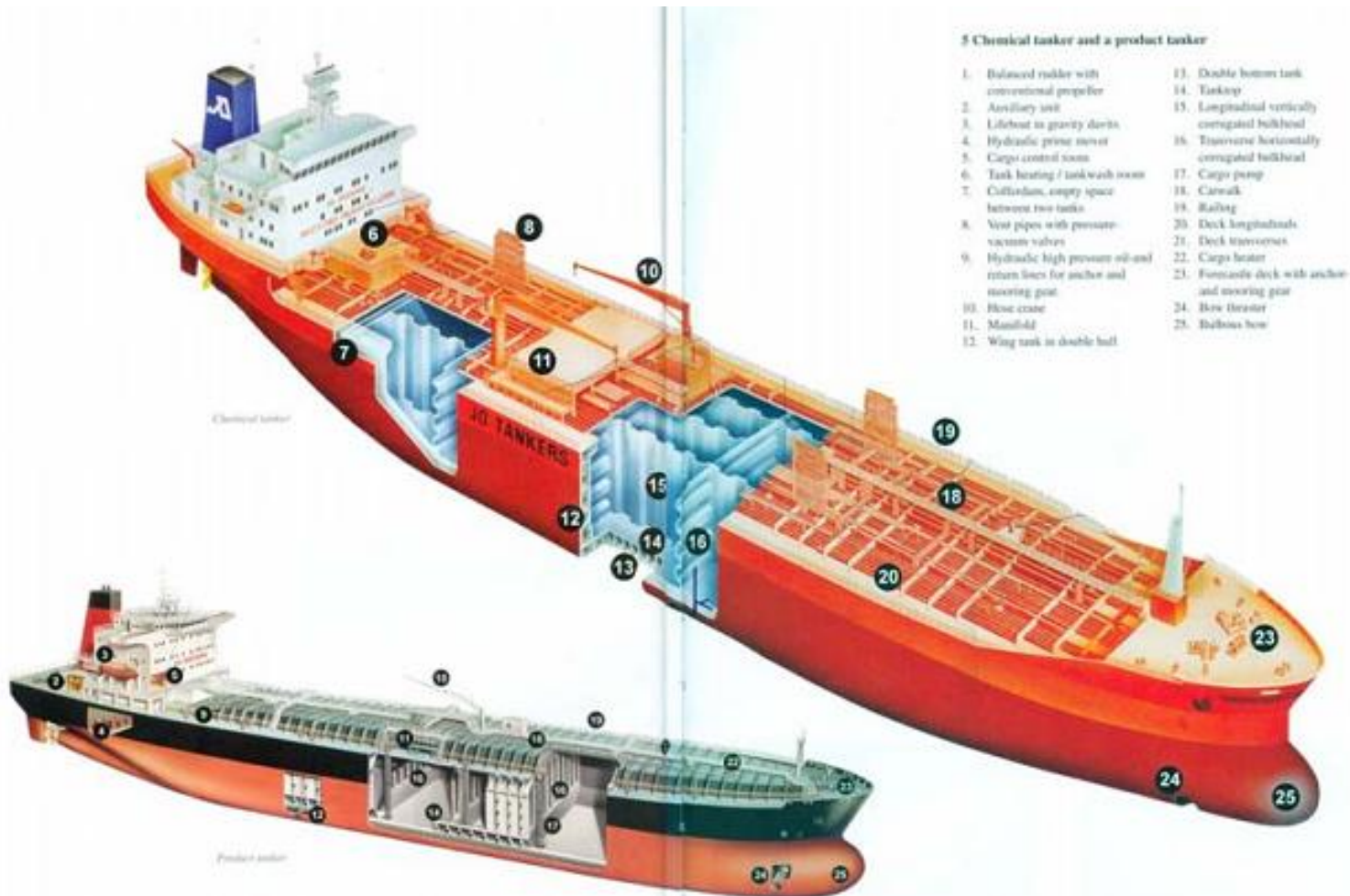


ROBERT DAS '02

## Car & Passenger Ferry



# IV. Chemical, Product Tanker



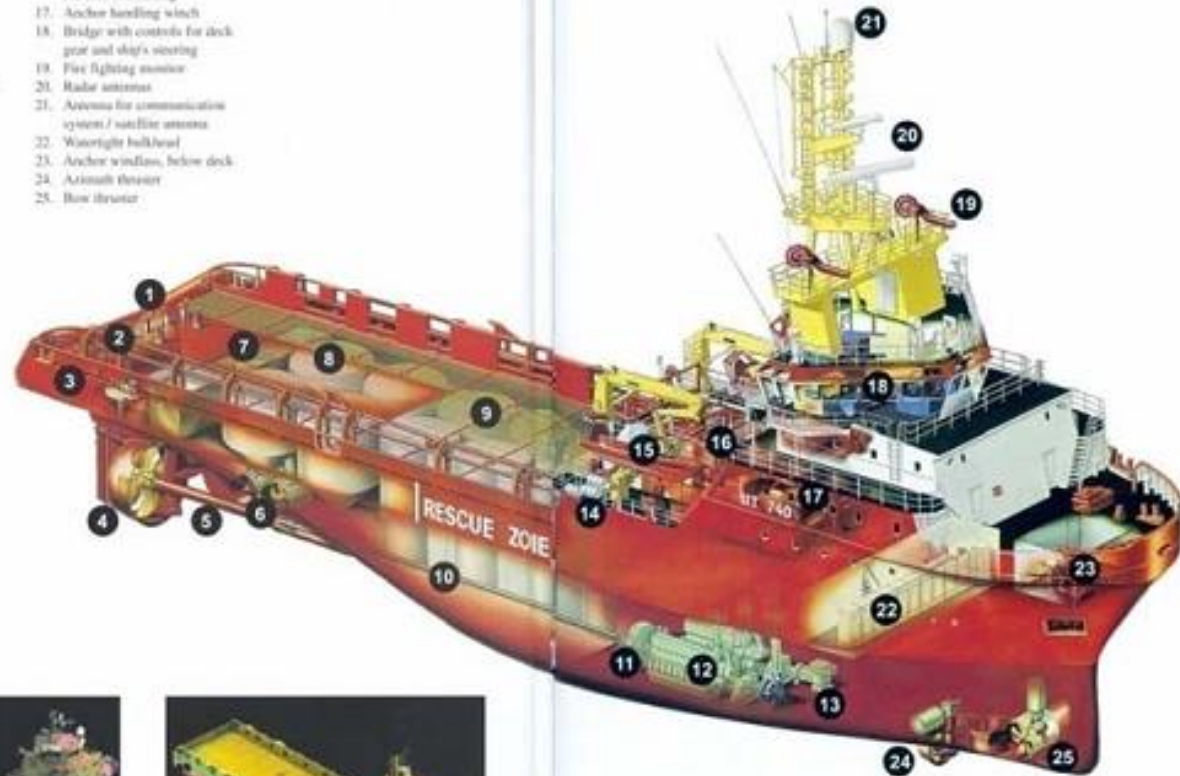
**Chemical tanker, Product tanker**



# V. Anchor Handling Tug Supplier

## 6. Anchor Handling Tug Supplier (AHTS)

- |   |  |
|---|--|
| 1. Stern roll for anchor handling       | 15. MOB boat with crane                                    |
| 2. Stoppers for anchor handling         | 16. Storage reel for steel wires for anchor handling       |
| 3. Steering engine                      | 17. Anchor handling winch                                  |
| 4. Starboard ducted propeller           | 18. Bridge with controls for deck gear and ship's steering |
| 5. Stern tube                           | 19. Fire fighting monitor                                  |
| 6. Transverse thruster                  | 20. Radar antennas   |
| 7. Collision dam                        | 21. Antenna for communication system / satellite antenna   |
| 8. Tanks for dry bulk cargo e.g. cement | 22. Watertight bulkhead                                    |
| 9. Mud tanks                            | 23. Anchor winches, below deck                             |
| 10. Propeller shaft                     | 24. Azimuth thruster                                       |
| 11. (Reduction) Gear box                | 25. Bow thruster   |
| 12. Main engine                         |  |
| 13. Fire pump                           |  |
| 14. Life rafts                          |  |



**AHTS**



Two 3D images of a platform supply vessel.  
 The Kanchikudi, a modern one-supply vessel



# VI. Fishing Vessel

7 Fishing vessel (Euroscutler) "Z575"

1. Rudder
2. Jet motor
3. Propeller
4. Engine room
5. Engine room bulkhead
6. Main engine
7. Fuel tanks, two wing tanks and a center tank
8. Starboard bracket pole, used when fishing is done with nets and other boards. The derrick will not be used in that case
9. Mast
10. Revolving drum for nets
11. Funnel
12. Messroom, dayroom
13. Bridge with navigational equipment and control panels for main engine, drum for nets and fish winch
14. Cabin for four
15. Railing
16. Capping
17. Scupper hole
18. Wooden workdeck
19. Hatch on fish tank
20. Drop chute
21. Fish tank, with an insulation layer of about 20 cm all around
22. Bilge keel
23. Shear strake
24. Double bottom
25. Bow thruster installation
26. Name of the ship and fishery (registration) number
27. Fish winch
28. Conveyor belt and fish cleaning table
29. Guide pulleys for fish line
30. Forecastle deck
31. Fish wire blocks
32. Fish wire
33. Fish derrick
34. Mast
35. Radar antenna on mast

## Principal Dimensions:

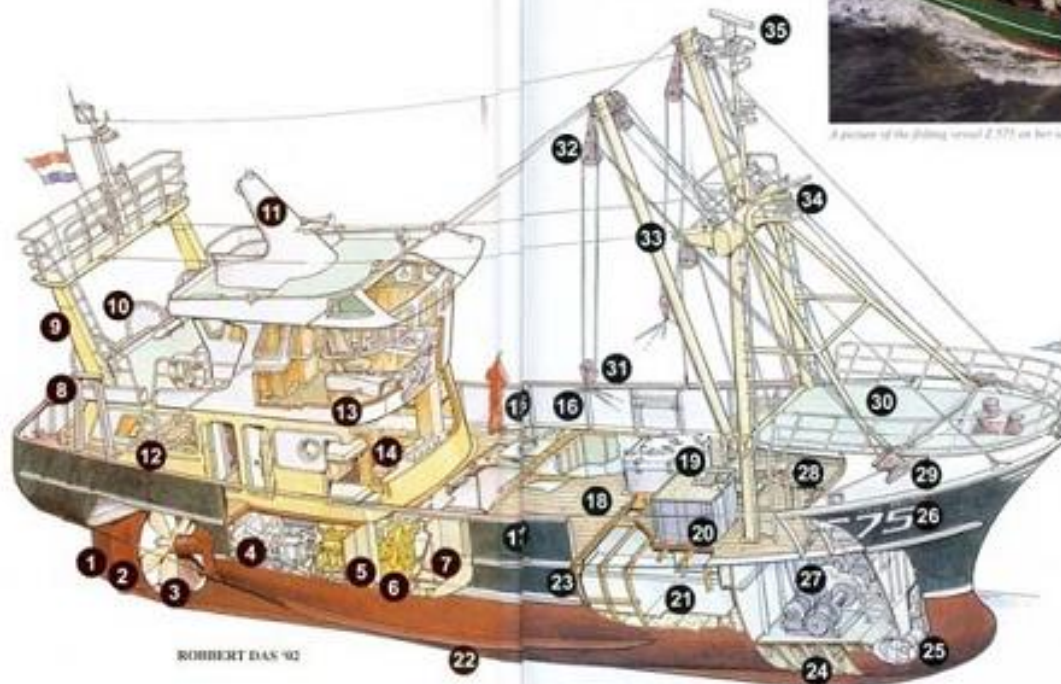
Dimensions:	
Length:	23.90 m
Breadth:	6.20 m
Depth:	2.70 m
Gross Tonnage:	182 GT
Delivered:	2000
Main Engine:	300 hp



A comparable type of the fishing vessel in service



A picture of the fishing vessel Z-575 on her way back



ROBERT DAS '02

# Fishing vessel

# 선박의 역사

(<http://kadiro.com.ne.kr/shiphistory.htm>)

## ➤ 배의 발달과정

- (1) 통나무배 : 원시시대
- (2) 가죽배 : 원시시대
- (3) 파피루스를 엮어 만든 배 : 기원전 2000년
- (4) 지중해를 항해하던 범선(기원전 300년)
- (5) 로마시대의 군함(기원전후)
- (6) 북유럽의 발틱해를 누비던 바이킹 군함(8~9세기)
- (7) 크리스토퍼 콜럼버스가 신대륙 발견에 사용한 '산타 마리아'호
- (8) 대서양을 횡단한 최초의 기선 '사반나'호
- (9) 디젤엔진의 현대 호화 여객선
- (10) . . . . .

# 선박의 역사

연 도	배 의 역 사
B.C. 5000	나일 강에 범선이 출현함.
1200	페니키아선이 대서양에 출현함.
800~900	노르만선이 유럽 각지로 항해
A.D. 1492	콜럼버스의 아메리카 발견(산타 마리아호)
1807	폴턴 외차륜선 클레몬드호 시운전(기선의 시작)
1819	증기 기관 불이 범선 대서양 횡단(최초로 기선에 의함.)
1821	기선 아론 만비호 건조(최초의 철제 기선)
1837	스크류 프로펠러선 아르키메데스호 건조
1839	외차륜과 프로펠러 겸용의 그레이트 이스턴호 건조
1845	그레이트 브리튼호 건조(최초의 프로펠러 기선)
1879	로드하마호 건조(최초의 강선)
1894	터빈 기관 시험선 터미너호 건조
1912	디젤선 세란디호 건조
1921	화물선 프라가호(영, 총톤수 398톤) 건조(최초의 전 용접선)
1935	여객선 노르망디호 건조(최초의 7만 톤급선)
1940	전함(일, 총톤수 27,700톤 25노트) 건조(세계 최대)
1952	여객선 유나이티드 스테이츠호(미) 대서양 횡단 기록
1954	잠수함 노틸러스호(미, 최초의 원자력선) 건조
1958	원자력 상선 사바나호 건조
1961	LPG 전용선의 건조 시작
1962	유조선(일, 재화 중량 130,000톤) 건조
1973	유조선(일, 재화 중량 484,000톤) 건조

# 선박의 대형화



55,000 재화 중량톤 길이 : 230 m



85,500 재화 중량톤 길이 : 248 m



103,000 재화 중량톤 길이 : 274 m



132,000 재화 중량톤 길이 : 291 m



154,000 재화 중량톤 길이 : 306 m



210,000 재화 중량톤 길이 : 342 m



326,000 재화 중량톤 길이 : 346 m



372,000 재화 중량톤 길이 : 347 m



484,000 재화 중량톤 길이 : 379 m

---

1960년대

# 선박의 기능: 기본기능

- 부양기능 (Flotation Capability)
- 추진장치 (Self Propulsion Performance)
- 구조기능 (Vessel Structural Strength)
- 화물적재와 안정성 및 복원성 (Cargo Loading and Statical Stability)
- 운동성능 (Ship Motion Characteristics)
- 조종성능 (Maneuverability)

# 선박의 크기(톤수의 분류)

- 배수톤수 (Displacement;  $\Delta$ )
- 재화중량톤수(DWT)=만재배수량-경하중량
- 총톤수 (GT)
- 순톤수 (NT)
- 표준화물선 환산톤수(CGT)



# 선박의 크기

- Bulk Carrier
  - Handy Size: 2~4만 톤급 규모, 일정 항로 없이 운항
  - Handy Max: 5만톤급
  - Panamax: 파나마 운하통과 최대선박  
6~7만톤, 최대 폭 32.2m
  - Cape Size: 10~15만톤급
  - VLBC: 18~20만톤, ULBC: 20만톤 이상



# Crude Oil Tanker

- Panamax: 파나마 운하 통과 6~7만 톤
- Aframax(Average Freight Rate Assessment Maximum): 운임, 선가 고려 최대 이익 창출, 9만5천톤급, 8~11만톤
- Suezmax: 수에즈 운하 통과 만재톤수 13~15만톤
- VLCC: Very Large Crude oil Carrier
- ULCC: Ultra Large Crude oil Carrier

# 선박의 크기

