

---

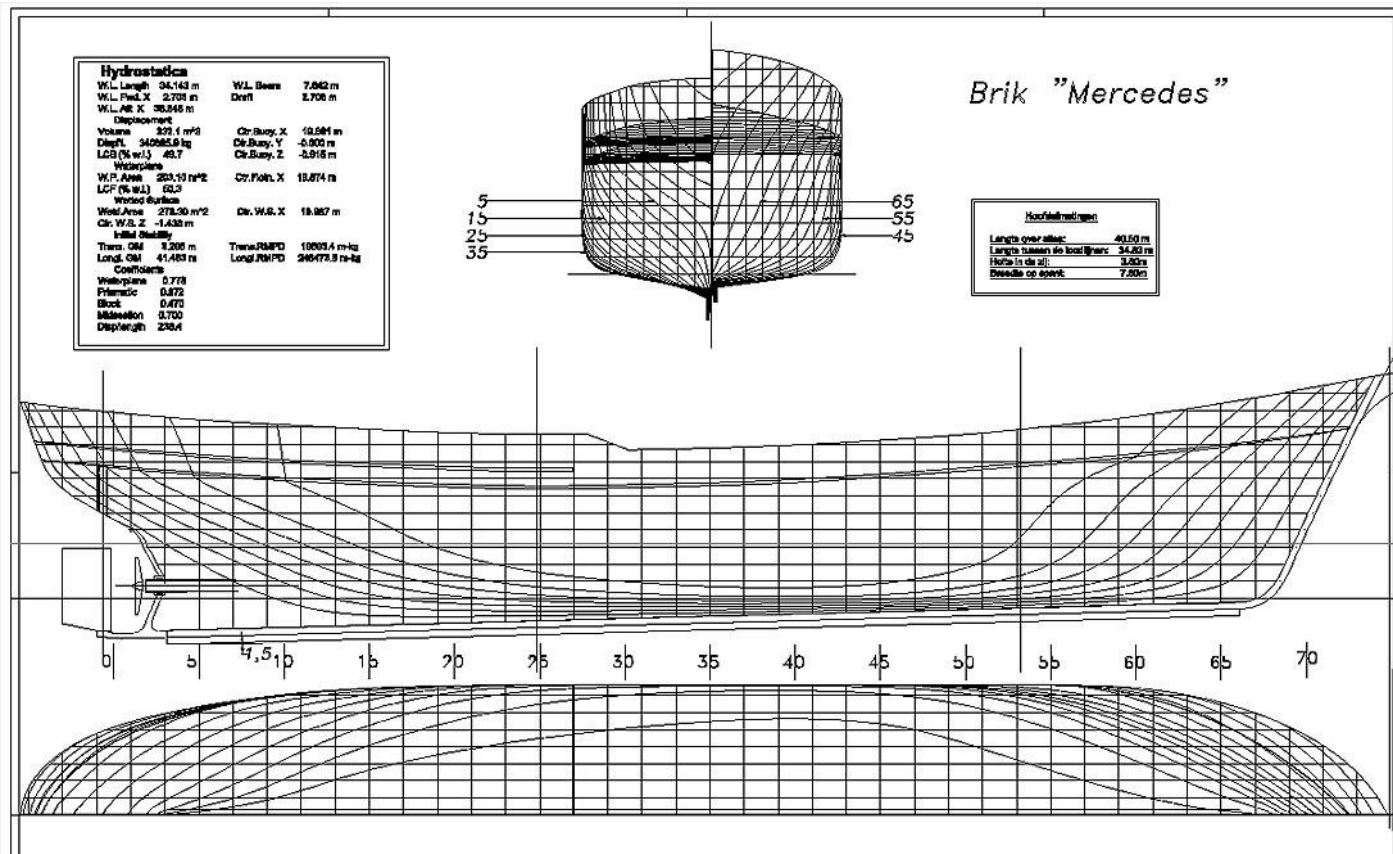
# 10. 기본 설계 도면

---

2016년 상반기  
김수영

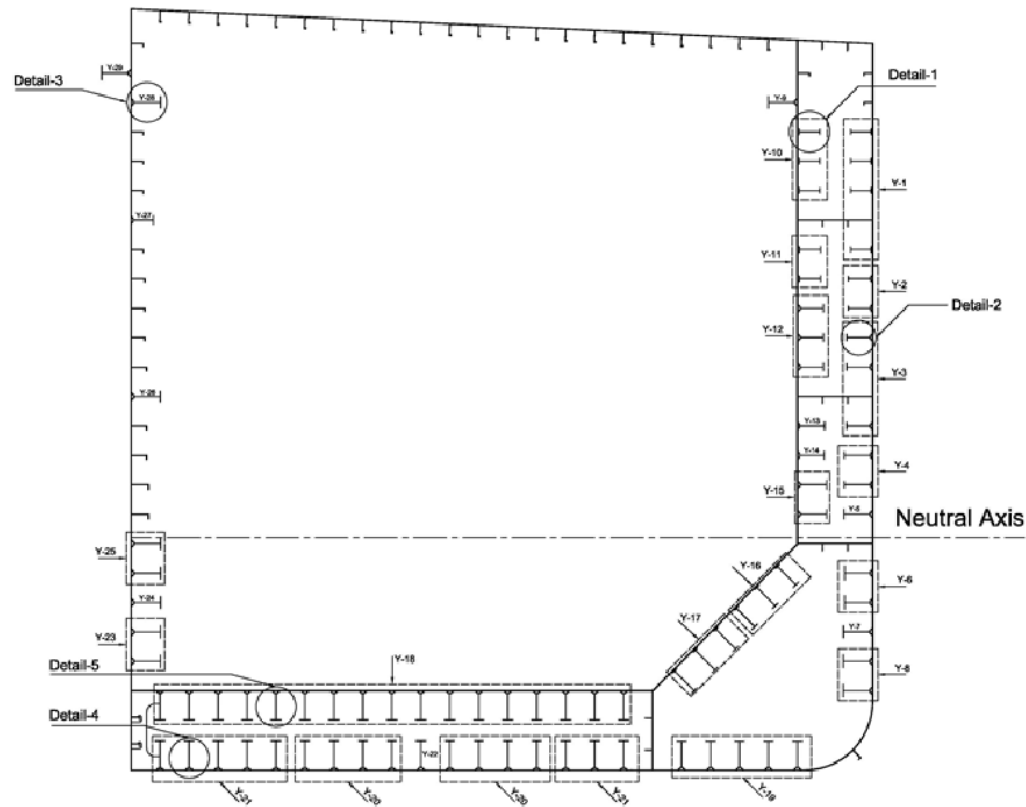
# 10-1. 기본설계 도면

- 기본 설계 도면의 내용
  - 선도(Lines)



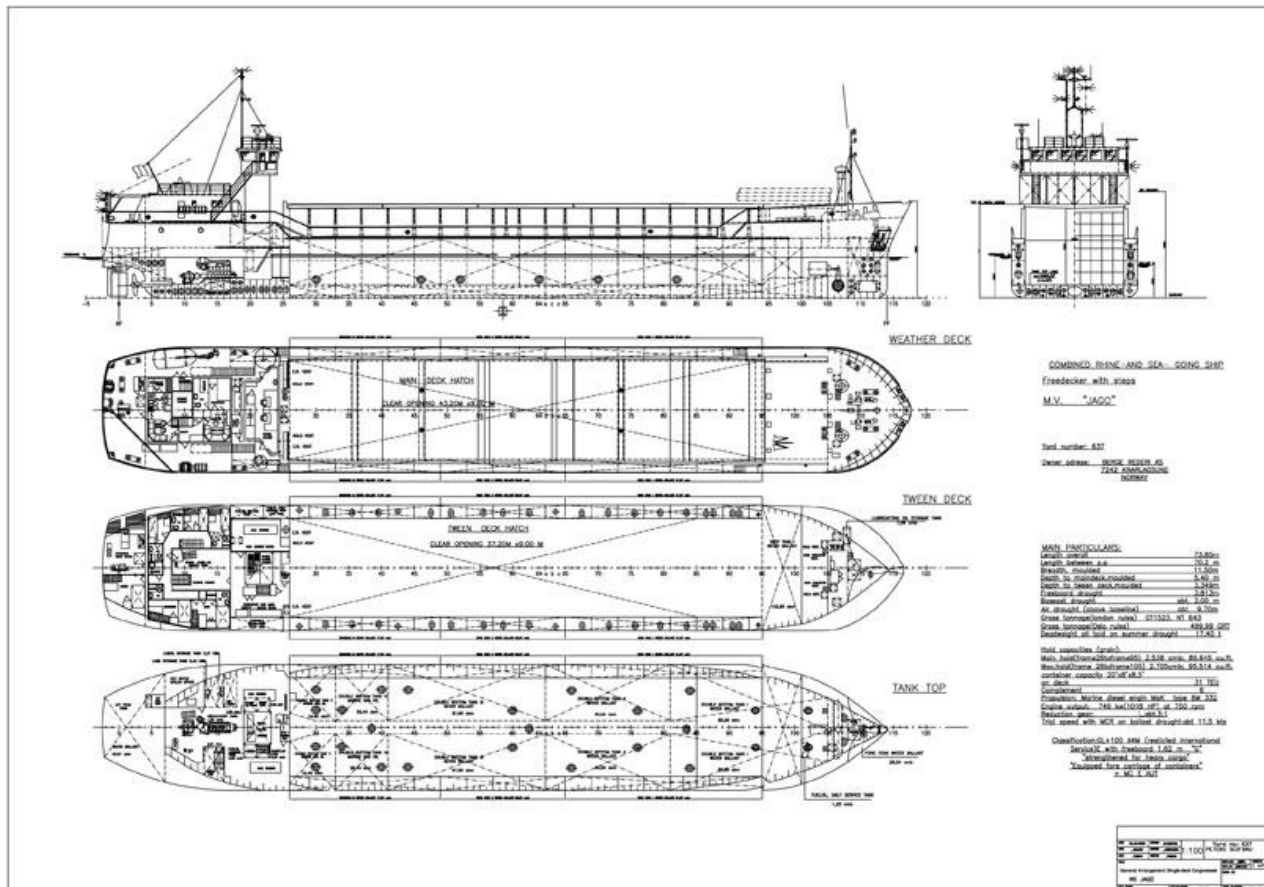
# 10-1. 기본설계 도면

- 기본 설계 도면의 내용
  - 중앙횡단면도(Midship Section)



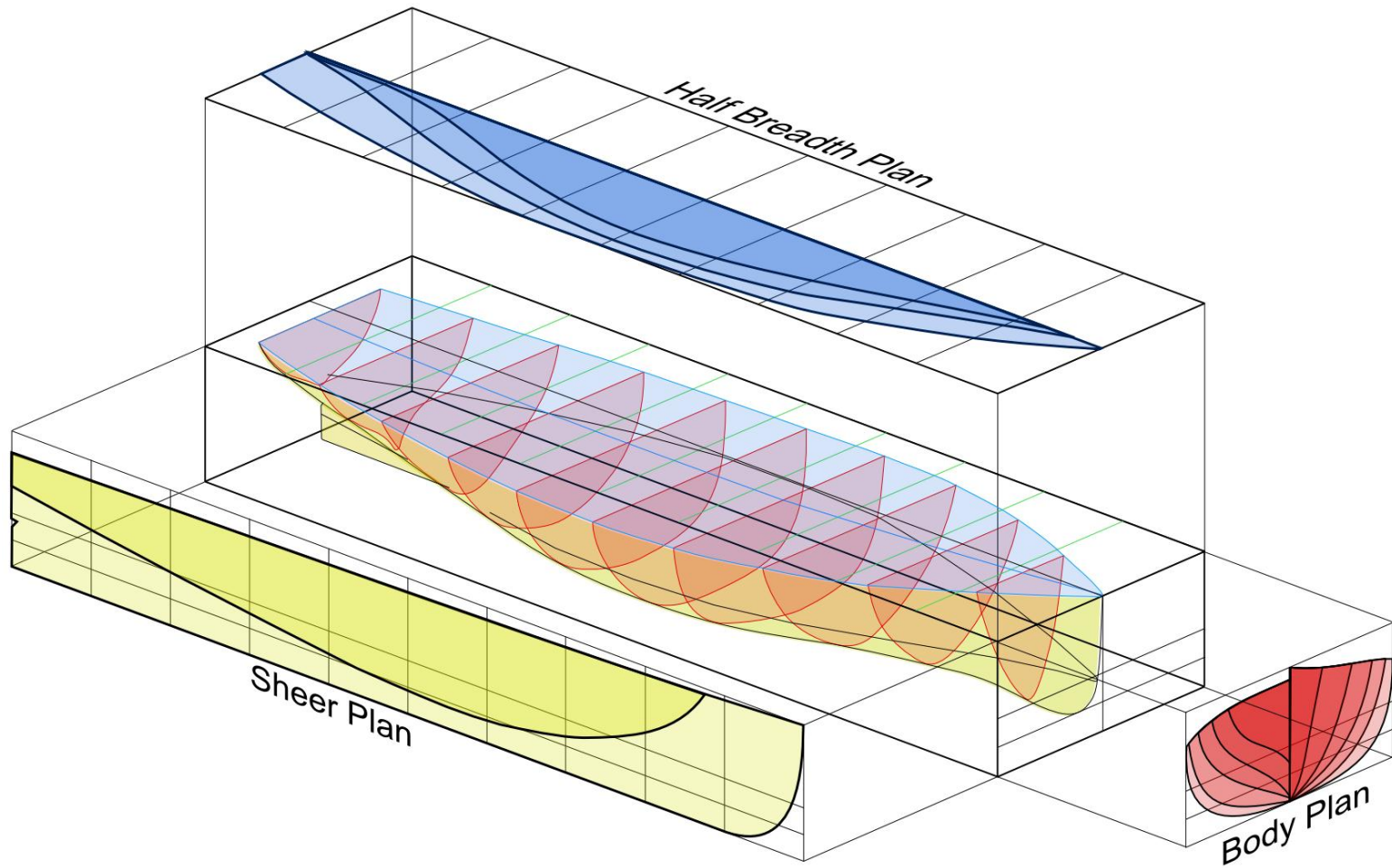
# 10-1. 기본설계 도면

- 기본 설계 도면의 내용
  - 일반배치도(General Arrangement)



# 10-2. 선도의 작성

- Lines의 투영도

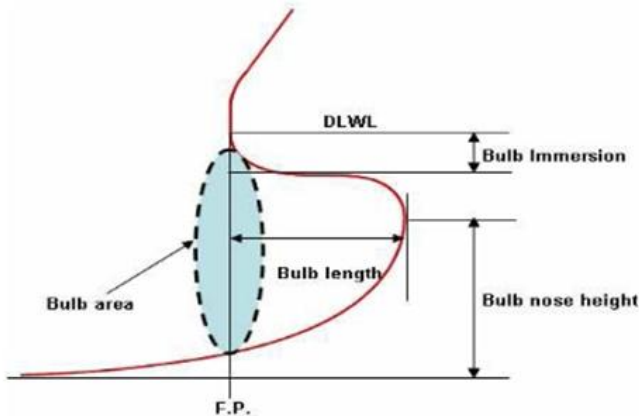


# 10-2. 선형의 구성/특징

## ■ 선수 형상

- 선박의 종류(선박속도)에 따라 Bulbous Bow와 Waterline 형상이 바뀜
- 조파 저항과 밀접한 관계

### Bulb Information



만재물수선 (LWL, Load Water\_line)의 형상에 따른 선수부형상



#### Conventional Type :

일반적인 선수부 수선 형상  
선수부의 배수량을 어깨부분에 많이 배치하는 경우



#### Cylindrical Type :

원통형 선수부 수선 형상  
Bulbous bow를 배치함으로써 conventional type 보다 배수량을 줄여 선수쪽으로 배치하는 경우



#### Elliptical Type :

타원형 선수부 수선 형상  
Cylindrical type보다 좀더 부드러운 형상.  
2차원 경우, 타원형상은 압력분포가 가장 작으므로 저항이 작아진다.

Bulbous bow의 유,무에 따른 선수부 형상



**High nose type :**  
80년대 말부터 설계 된 형상



**Low nose type :**  
80년대 말까지 설계 된 형상



**Goose neck type :**  
Container, Ro/Ro선 같은 fine한 선형

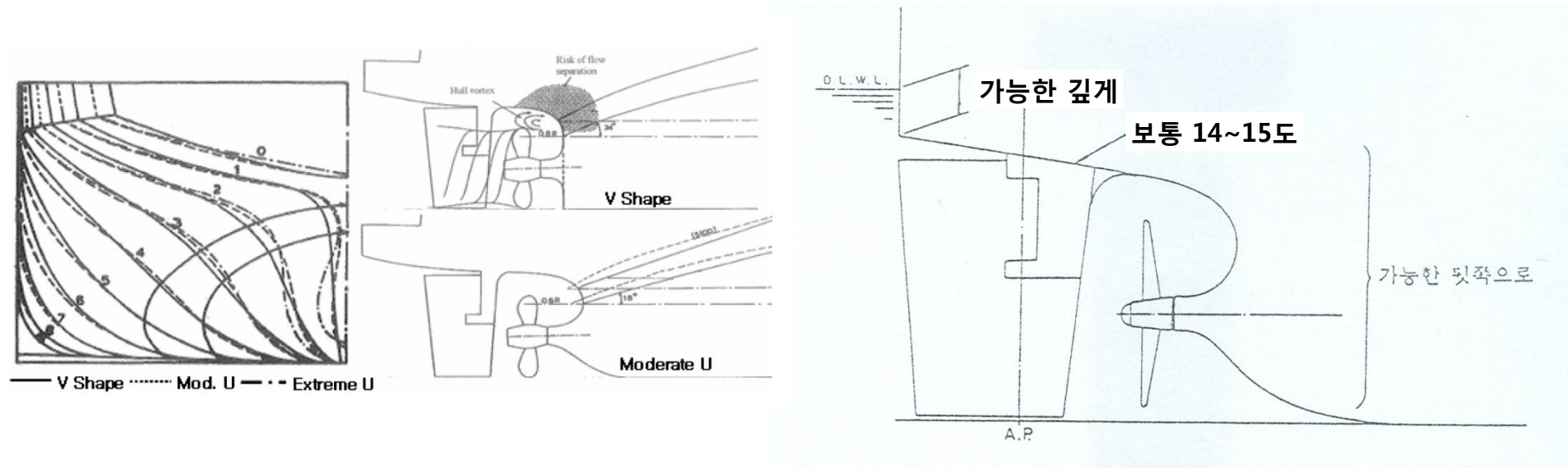


**Plant Type :**  
저속 비대선에서 응용되는 선형

## 10-2. 선형의 구성/특징

### ■ 선미 형상

- 프로펠러, rudder 배치와 프로펠러의 회전에 따른 캐비테이션, 변동압력, 유동장 변화에 의한 반류(wake), 추력감소(t) 등 고려해야 할 요소가 다양함
- Waterline은 가늘게 설계할 수록 좋으나 엔진 및 축계 설치, 프로펠러에 의한 진동 등으로 최적의 형상을 고려



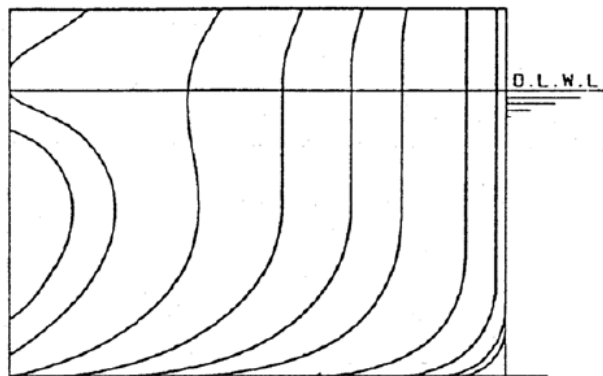
# 10-2. 선형의 구성/특징

## ■ 선체 중앙부

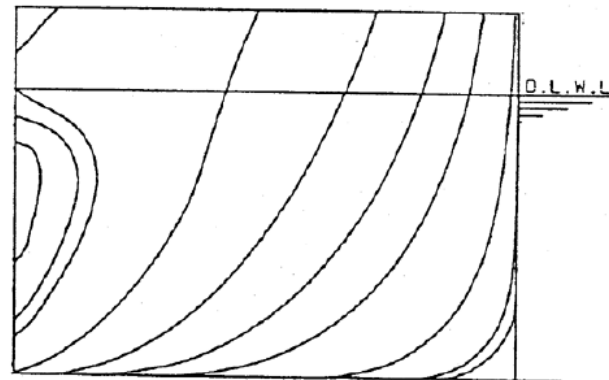
- 무차원화 된 선박의 횡단면적의 길이 방향 분포

횡단면 형상에 따른 선수부 형상

U Type	V Type	UV Type
저속 비대선에 유리 일반구획배치와 건조에 용이	조파저항 작음 고속 세장선에 유리 조파저항, 쇄파저항에 유리	중소형의 중속 화물선에 사용



U-shape forebody



V-shape forebody

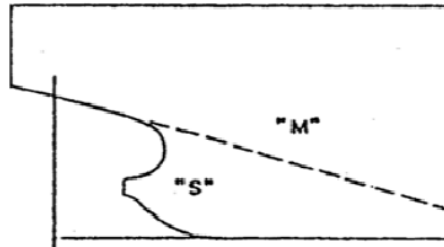
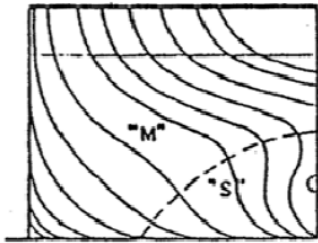


# 10-2. 선형의 구성/특징

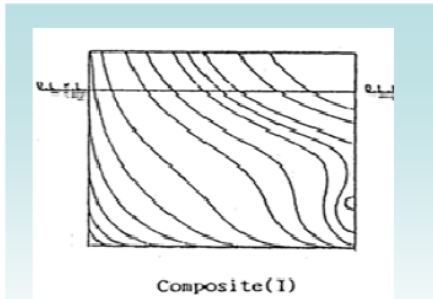
## ■ 선체 중앙부

- 무차원화 된 선박의 횡단면적의 길이 방향 분포

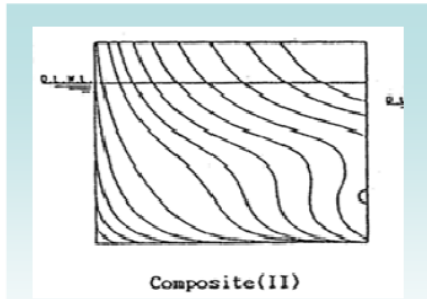
New Frame line Concepts



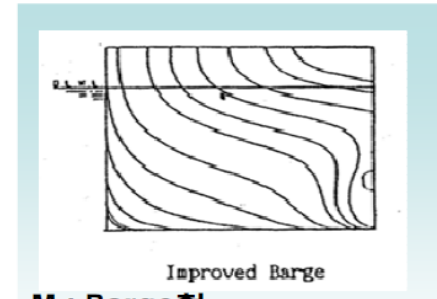
- S : Skeg구역 (선미 유장의 형성)  
저항 < 추진 및 반류분포
- M : Main구역  
저항 > 추진 및 반류분포



M : V형  
S : moderate U형+stern bulb  
적용선형 : Suezmax,  
Panamax, VLCC



M : V형  
S : U형+stern bulb  
적용선형 : Suezmax,  
Panamax, VLCC



M : Barge형  
S : moderate U형+stern bulb  
적용선형 : Aframax  
(B/T : 3.3~3.5)

---

## 10-3. 초기 선형을 결정하는 방법

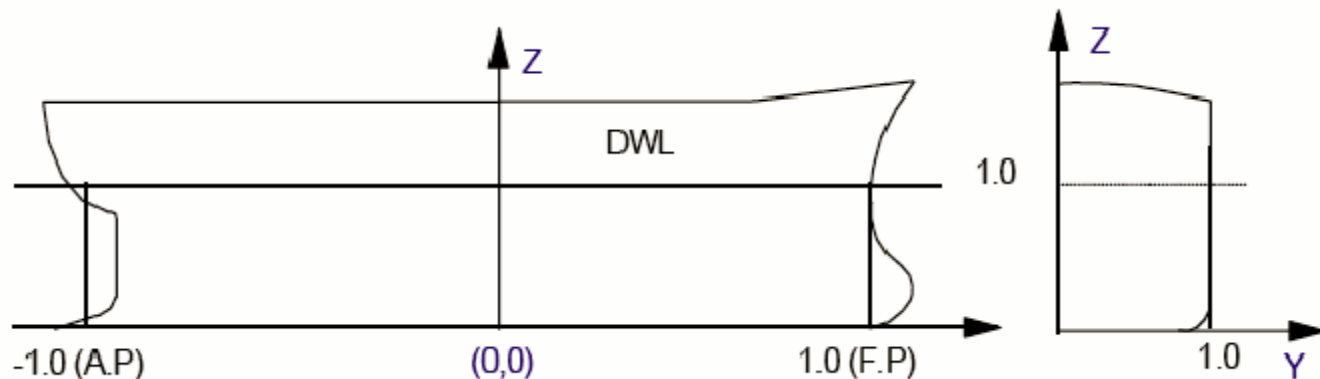
- 표준 계열선의 보간
  - 기준선의 체계적 변환
  - Form parameter를 이용
-

# 10-3. 선형 변환을 위한 좌표계 설정

## ■ 좌표계

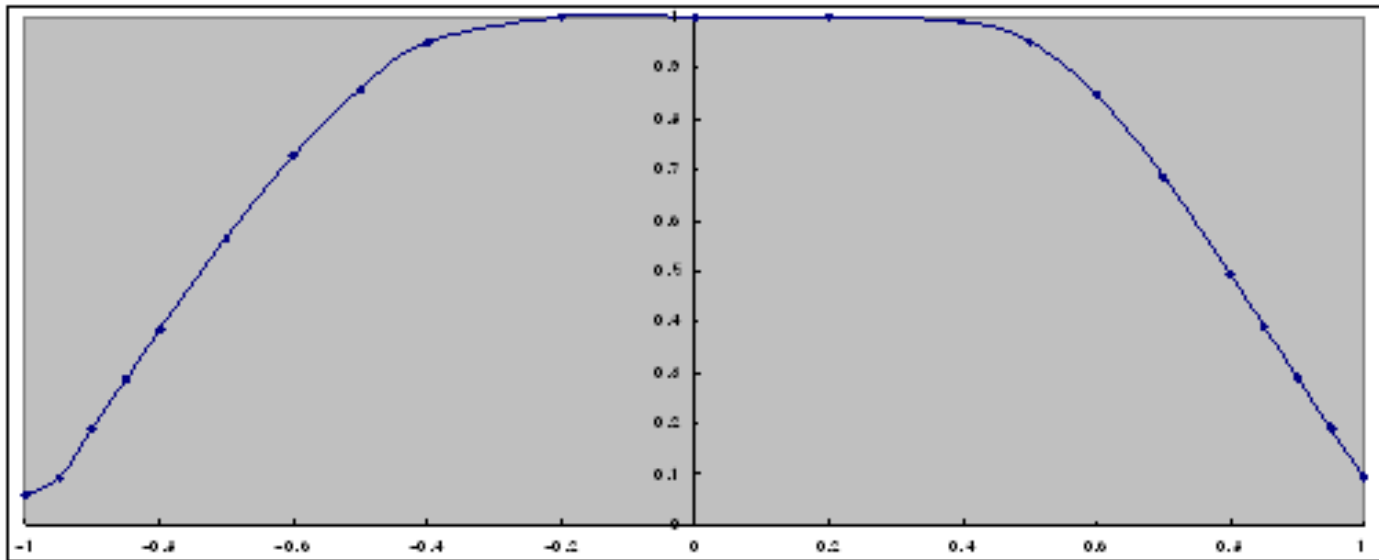
- 일반적으로 오른쪽에 선수가 위치
- x축은 선박의 길이 방향
- y축은 선박의 폭 방향
- z축은 선박의 깊이 방향

## ■ 무차원화한 선박의 좌표계

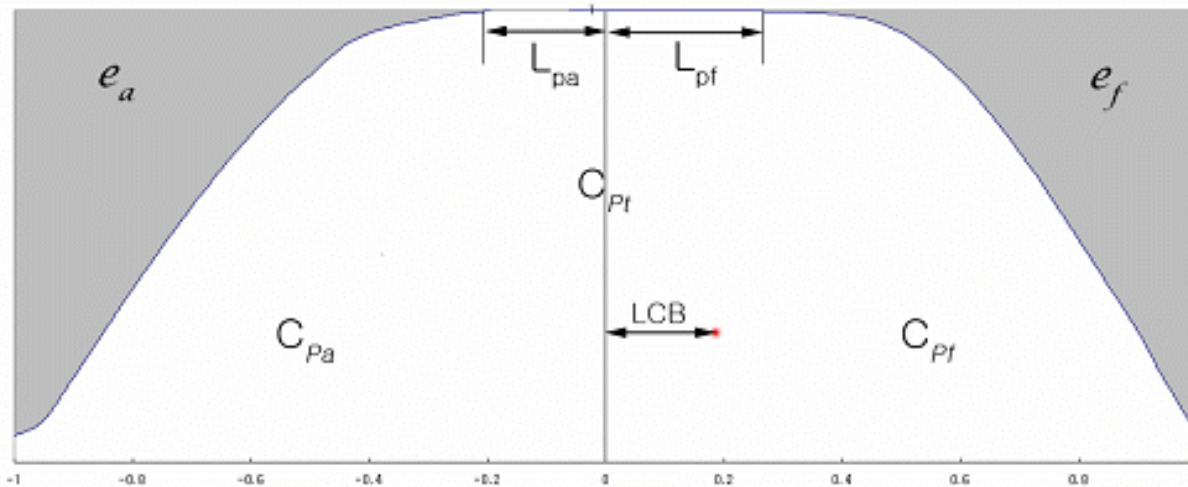


# 10-3. 횡단면적 곡선(SAC)

- 횡단면적 곡선(Sectional Area Curve; SAC)
  - 'Cp 곡선'이라고도 함.
  - 무차원화 된 선박의 횡단면적의 길이 방향 분포
    - x축: 수선간장의 절반( $L_{pp}/2$ )을 1로 무차원화
    - y축: 반폭( $B/2$ )을 1로 무차원화
    - z축: 깊이( $D$ )를 1로 무차원화



# 10-3. 횡단면적 곡선의 변수들



□  $C_{pf}$ (선체 전반부의 주형 계수)

$$C_{Pf} = \frac{\nabla_f}{A_M \cdot L_f}$$

□  $C_{pa}$ (선체 후반부의 주형 계수)

$$C_{Pa} = \frac{\nabla_a}{A_M \cdot L_a}$$

□ 선수부 비대도  $e_f = 1 - C_{pf}$

□ 선미부 비대도  $e_a = 1 - C_{pa}$

## 10-3. 대표적인 선형 변환 방법

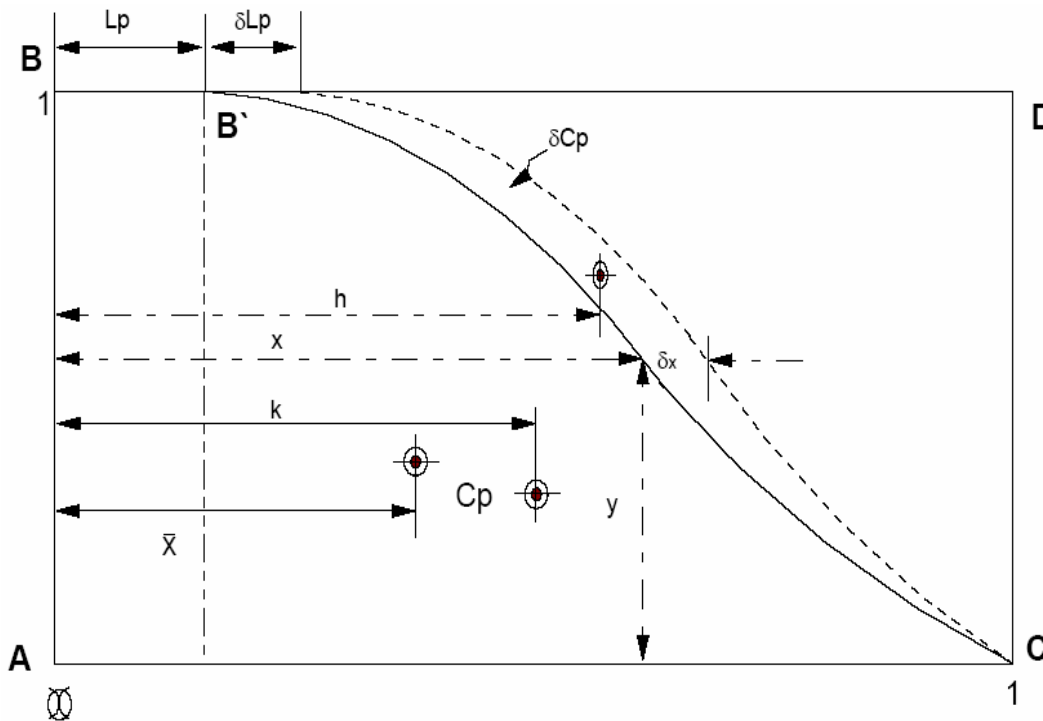
- Alef-Collatz 방법
  - 여러 기하학적 조건들을 도식 또는 수치적으로 형상을 변환
- Botting 방법
  - 기준선의 횡단면적 곡선과 DWL형상을 변화 시키는 방법
- Lackenby 방법
  - $C_p$ 곡선을 체계적으로 변화시키는 방법

# 10-3. 각 선형 변형 방법의 장/단점

장단점 변환 기법	장 점	단 점
Alef-Collatz 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>C_B</math>를 간단히 변형 시킬 수 있고, 선형 도출이 쉽다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>선형 변환을 위한 인자가 제한적이다.</li> </ul>
Botting 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>C_p</math>형상과 DWL형상을 변화 시킬 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>변환선형의 <math>C_p</math>가 기준선 <math>C_p</math>보다 큰 경우 퇴화하기도 한다.</li> <li>횡단면적 곡선과 DWL형상을 동시에 변환 시켜야 한다.</li> </ul>
Lackenby 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>C_p</math> 곡선을 변화시켜 원하는 배수량을 갖는 다양한 선형을 얻을 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DWL 형상 변화가 불가능 하다.</li> <li><math>C_M</math>값을 변화 시킬 수 없다.</li> </ul>

# 10-3. Lackenby 방법(1-C<sub>p</sub>법)

## ■ 1-C<sub>p</sub>법



$C_p$  : 주형 계수

$x''$  : 중앙에서 도심까지의 거리

$L_p$  : 중앙평행부길이

$x$  : 임의의 횡단면까지의 거리

$y$  :  $x$ 위치에서의 횡단면적

$k$  : 선체 중앙에서 관성반경

$\delta L_p$  :  $L_p$  변화량

$\delta C_p$  :  $C_p$ 의 변화량

$\delta x$  :  $x$ 위치에서의 곡선 이동량

변형전의 면적과 변형후의 면적 비(ratio)와 새로운 곡선과 기존의 곡선과의 거리의 비가 같다는 것을 이용하여 선형을 변환



# 10-3. Lackenby 방법(1-C<sub>p</sub>법)

## ■ 1-C<sub>p</sub>법의 단점

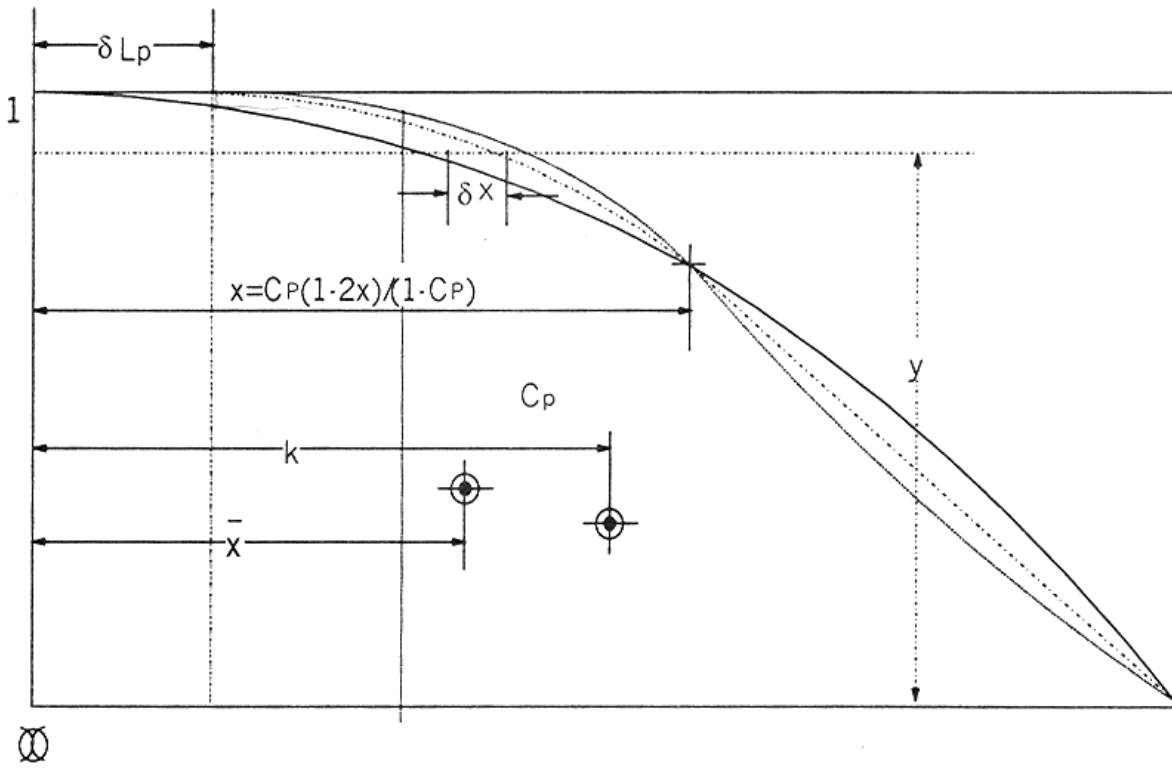
- 기준선의 L<sub>p</sub>를 변형 시키고자 할 경우, C<sub>p</sub>와 연관되어 변형
- 배수량이 고정되어 있고, L<sub>p</sub>가 없는 경우 세장 선형(Slender Ship)으로 변형 불가
- 배수량이 고정되어 있고, L<sub>p</sub>가 없는 경우, L<sub>p</sub>의 고려 없이 비대 선형으로 변형 불가
- 변형된 C<sub>p</sub>곡선의 배수량의 종분포는 설계자가 임의로 제어 불가

## ■ 1-C<sub>p</sub>법의 예

중양평행부 없는 경우	① C <sub>p</sub> 고정, L <sub>p</sub> 변화	② C <sub>p</sub> 변화, L <sub>p</sub> 변화
중양평행부 있는 경우	③ C <sub>p</sub> 고정, L <sub>p</sub> 변화	④ C <sub>p</sub> 변화, L <sub>p</sub> 고정

## 10-3. 1-C<sub>p</sub>법의 예 - ①

- 기준선의 L<sub>p</sub>가 없는 경우에 C<sub>p</sub>를 고정 시키고  $\delta L_p$ 만큼의 중앙 평행부를 도입하는 경우



## 10-3. 1-C<sub>p</sub>법의 예 - ①

- 기준선의 L<sub>p</sub>가 없는 경우에 C<sub>p</sub>를 고정 시키고 δL<sub>p</sub>만큼의 중앙 평행부를 도입하는 경우

- 곡선의 이동량

$$\delta x = \delta L_p \cdot (1-x) \cdot \left[ 1 - \frac{x \cdot (1-C_p)}{C_p \cdot (1-2\bar{x})} \right]$$

- 교차점 : δx = 0인 지점

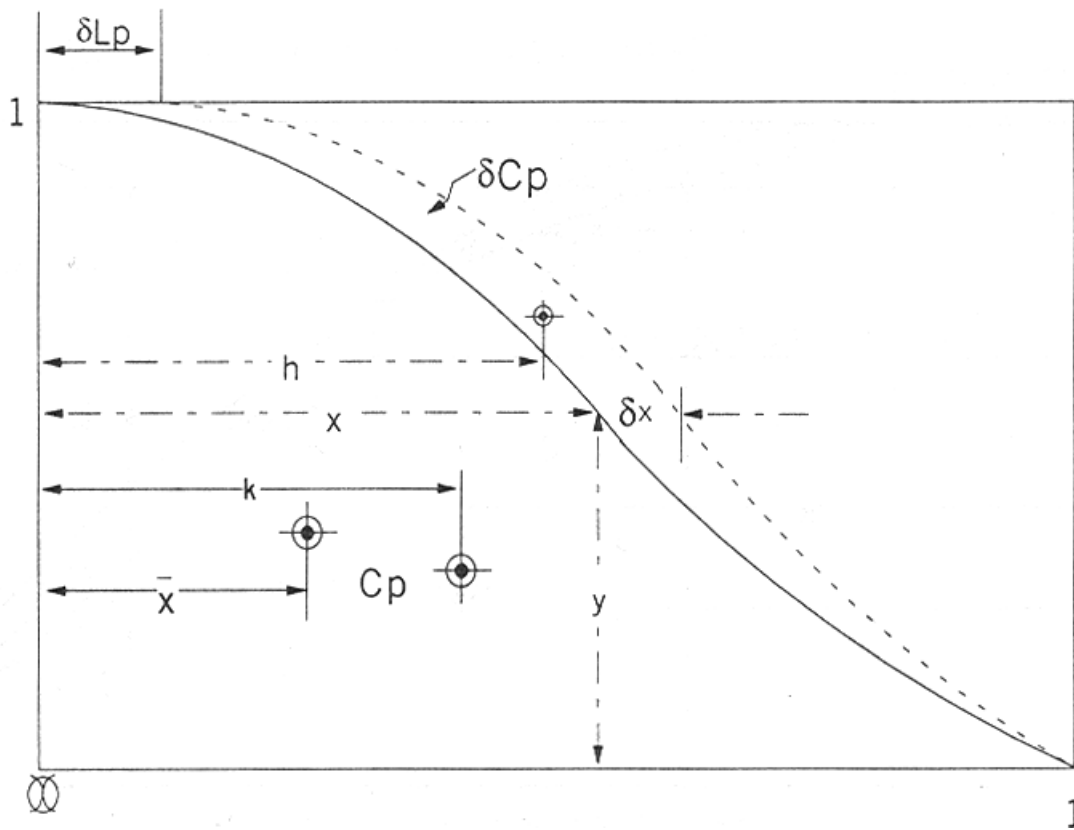
$$x = \frac{C_p \cdot (1-2\bar{x})}{1-C_p}$$

- 도심의 종방향 이동량

$$\delta \bar{x} = -\delta L_p \cdot \left[ \frac{(1-C_p) \cdot (2\bar{x} - 3k^2)}{C_p \cdot (1-2\bar{x})} - (1-2\bar{x}) \right]$$

## 10-3. 1-C<sub>p</sub>법의 예 - ②

- 기준선의 L<sub>p</sub>가 없는 경우, 중앙평행부를  $\delta L_p$ 만큼 도입하고, C<sub>p</sub>가  $\delta C_p$ 만큼 변화하는 경우



## 10-3. 1-C<sub>p</sub>법의 예 - ②

- 기준선의 L<sub>p</sub>가 없는 경우, 중앙평행부를 δL<sub>p</sub>만큼 도입하고, C<sub>p</sub>가 δC<sub>p</sub>만큼 변화하는 경우

- 곡선의 이동량

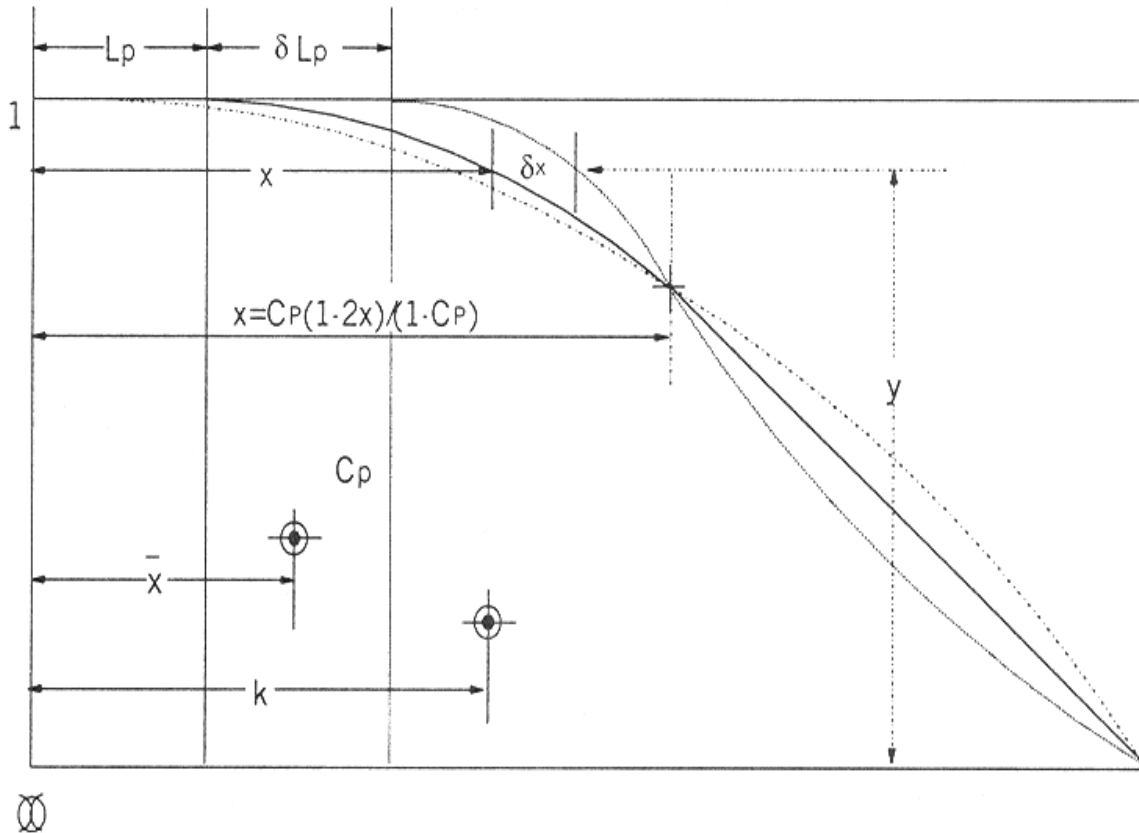
$$\delta x = (1-x) \cdot \left\{ \delta L_p + \frac{[\delta C_p - \delta L_p \cdot (1-C_p)] \cdot x}{C_p \cdot (1-2\bar{x})} \right\}$$

- 부가면적의 중심점까지의 거리(h)

$$h = \left[ \frac{1 - \frac{\delta L_p}{\delta C_p}}{1 - 2\bar{x}} \right] \cdot (2\bar{x} - 3k^2) + \frac{\delta L_p}{\delta C_p} \cdot C_p \cdot (1 - 2\bar{x})$$

# 10-3. 1-C<sub>p</sub>법의 예 - ③

- 중앙평행부가 L<sub>p</sub>만큼 존재하고 δL<sub>p</sub>만큼 중앙 평행부를 변화 시키고, C<sub>p</sub>를 고정



## 10-3. 1-C<sub>p</sub>법의 예 - ③

- 중앙평행부가 L<sub>p</sub>만큼 존재하고 δL<sub>p</sub>만큼 중앙 평행부를 변화 시키고, C<sub>p</sub>를 고정

- 곡선의 변화량

$$\delta x = \frac{\delta L_p \cdot (1-x)}{1-L_p} \cdot \left[ 1 - \frac{(1-C_p) \cdot (x-L_p)}{C_p \cdot (1-2\bar{x}) - L_p \cdot (1-C_p)} \right]$$

- 교차점 : δx = 0인 지점

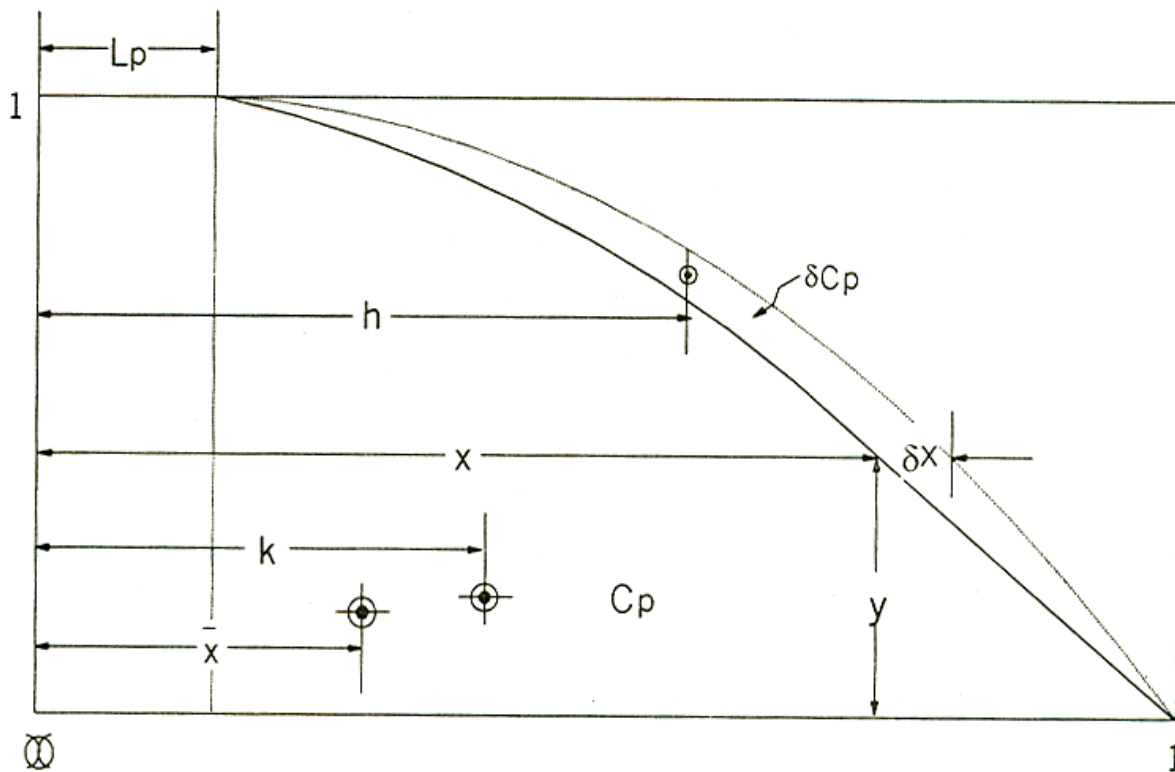
$$x = \frac{C_p \cdot (1-2\bar{x})}{1-C_p}$$

- 도심의 변화

$$\delta \bar{x} = \frac{-\delta L_p}{1-L_p} \cdot \left[ \frac{(1-C_p) \cdot [2\bar{x} - 3k^2 - L_p \cdot (1-2\bar{x})]}{C_p \cdot (1-2\bar{x}) - L_p \cdot (1-C_p)} - (1-2\bar{x}) \right]$$

## 10-3. 1- $C_p$ 법의 예 - ④

- 중앙평행부가  $L_p$ 만큼 존재할 때 중앙 평행부를 고정시키고,  $C_p$ 를  $\delta C_p$ 만큼 변화





## 10-3. 1-C<sub>p</sub>법의 예 - ④

- 중앙평행부가 L<sub>p</sub>만큼 존재할 때 중앙 평행부를 고정 시키고, C<sub>p</sub>를 δC<sub>p</sub>만큼 변화

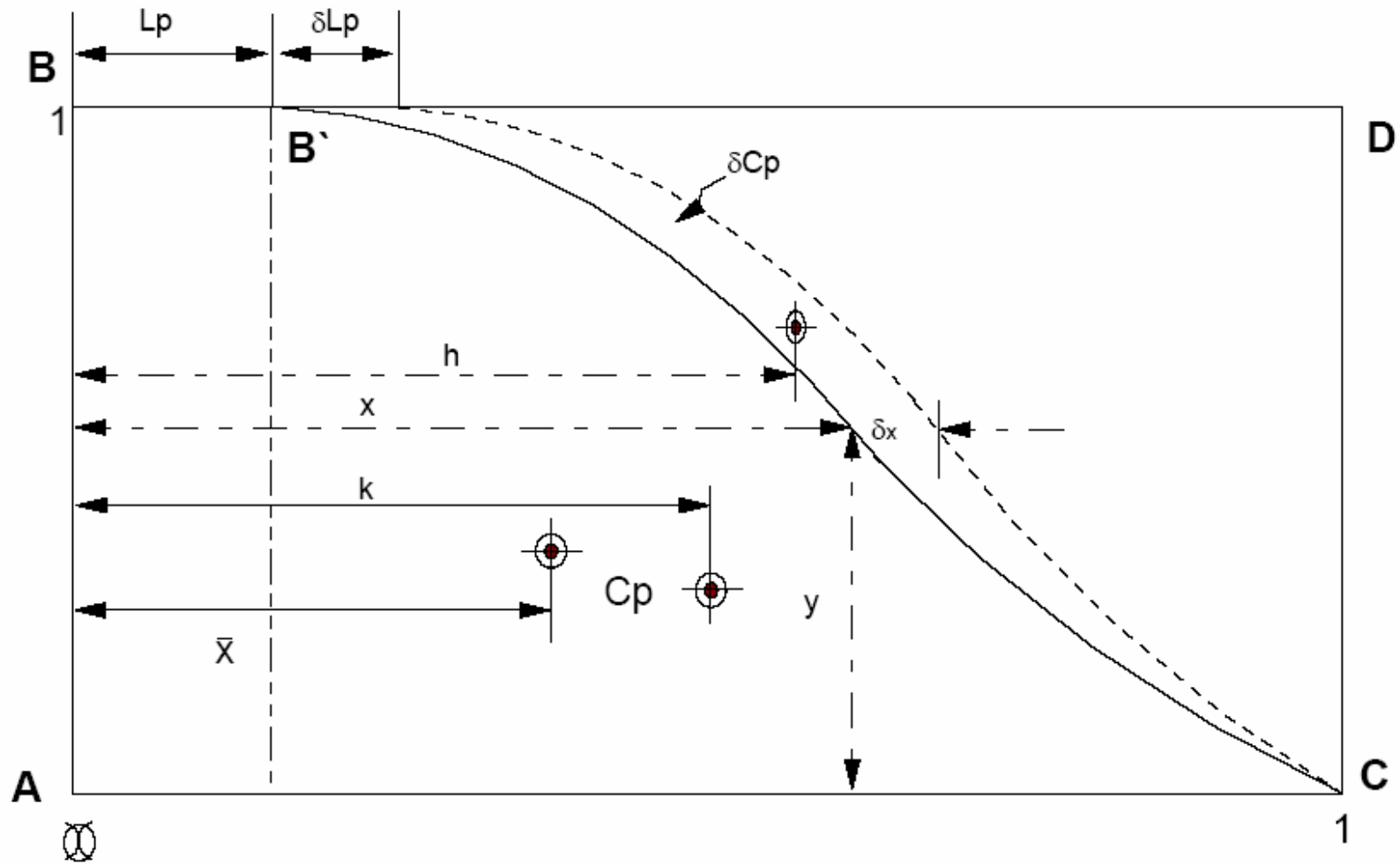
- 곡선의 이동량

$$\delta x = \frac{\delta C_p \cdot (1-x) \cdot (x-L_p)}{C_p \cdot (1-2\bar{x}) - L_p \cdot (1-C_p)}$$

- 부가면적의 중심점까지의 거리(h)

$$h = \frac{C_p \cdot [(2\bar{x} - 3k^2 - L_p \cdot (1-2\bar{x}))]}{C_p \cdot (1-2\bar{x}) - L_p \cdot (1-C_p)}$$

# 10-3. 일반화된 Lackenby 방법



## 10-3. 일반화된 Lackenby 방법

- 횡단면적 곡선에서 변경된 면적  $\delta C_p$

$$\delta x = (1-x) \cdot \left[ \frac{\delta L_p}{1-L_p} + \frac{x-L_p}{A} (\delta C_p - \delta L_p \frac{1-C_p}{1-L_p}) \right]$$

- 기준 선형의 기하학적 특성에 의존하는 상수

$$A = Cp(1-2\bar{x}) - Lp(1-Cp)$$

$$B = \frac{Cp[2\bar{x} - 3k^2 - Lp(1-2\bar{x})]}{A}$$

$$C = \frac{B(1-Cp) - Cp(1-2\bar{x})}{1-Lp}$$

## 10-3. 일반화된 Lackenby 방법

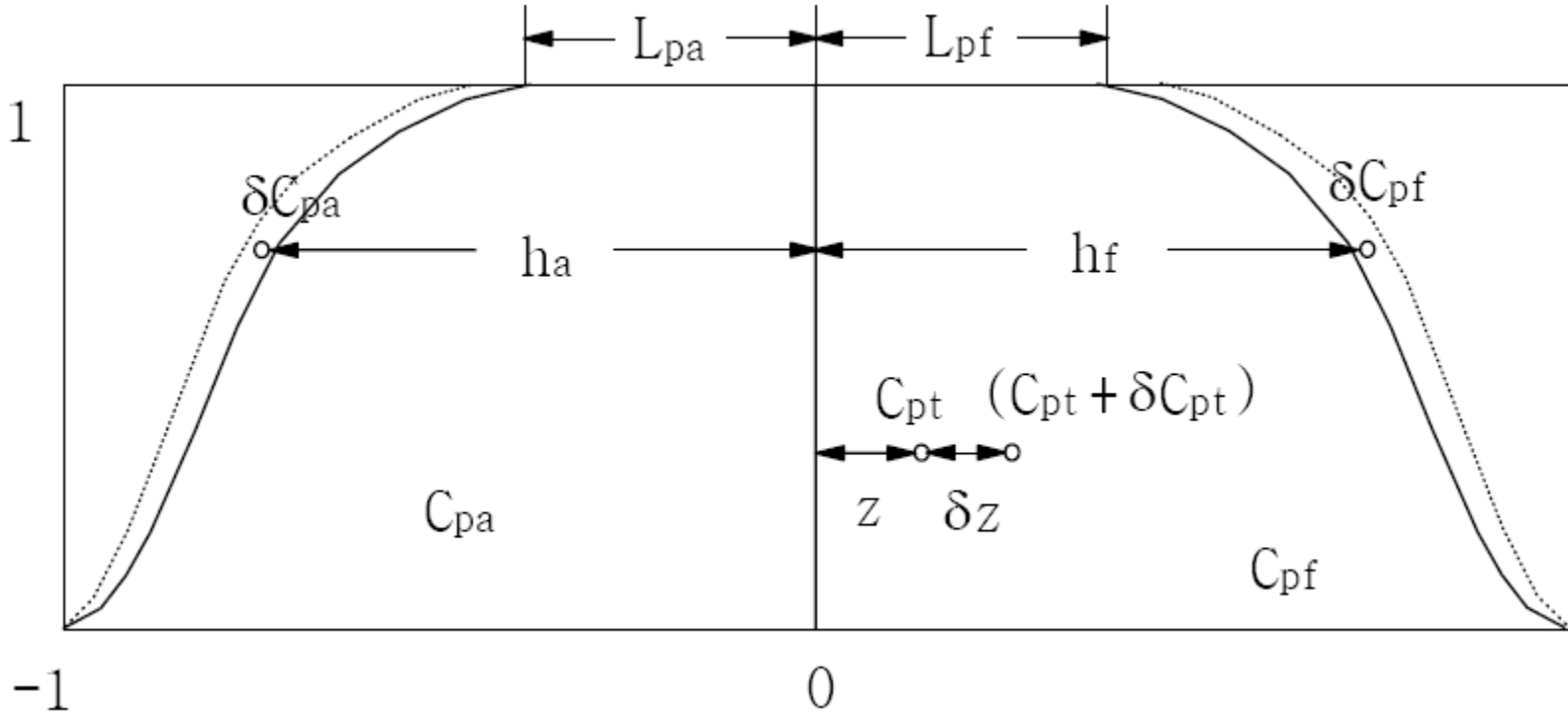
- 부가면적( $\delta C_p$ )의 선체 중앙에 대한 모멘트

$$h = C_p \left\{ \frac{B}{C_p} \left[ 1 - \frac{\delta L_p (1 - C_p)}{\delta C_p (1 - L_p)} \right] + \frac{\delta L_p (1 - 2\bar{x})}{\delta C_p (1 - L_p)} \right\}$$

- $\delta C_p$ 의 유효 변경 범위

$$\delta C_p = \frac{\delta L_p (1 - C_p) \pm \frac{A}{2} \left( 1 - \frac{\delta L_p}{1 - L_p} \right)}{1 - L_p}$$

# 10-3. Lackenby 방법의 적용



$L_{PA}, L_{PF}$  : 선미/선수부의 중앙평행부 길이

$C_{PA}, C_{PF}$  : 선미/선수부의 주형계수

$C_{PT}$  : 전체 주형 계수

$z$  : 선체 중앙에서 LCB까지 거리

$\delta C_{PA}, \delta C_{PF}$  : 선미/선수부의 Cp변화량

$\delta C_{PT}$  : 전체 주형 계수 변화량

$\delta z$  : LCB이동량

(선수방향: +, 선미방향: -)

# 10-3. Lackenby 방법의 적용

- 선수/선미부의 Cp 변화량의 결정
  - 완전한 Cp 곡선의 변화량

$$\delta C_{pt} = 1/2(\delta C_{pa} + \delta C_{pf})$$

- 변경된 도심을 고려한 선수미부의 Cp 변화량

$$\delta C_{pf} = \frac{2[\delta C_{pt}(B_a + z) + \delta z(C_{pt} + \delta C_{pt})] + C_f \cdot \delta L_{pf} - C_a \cdot \delta L_{pa}}{(B_f + B_a)}$$

$$\delta C_{pa} = \frac{2[\delta C_{pt}(B_f + z) + \delta z(C_{pt} + \delta C_{pt})] + C_f \cdot \delta L_{pf} - C_a \cdot \delta L_{pa}}{(B_f + B_a)}$$

## 10-3. Lackenby 방법의 적용

- 선수미부 선형의 기하학적 특성에 의존하는 상수

$$A_f = C_{pf}(1 - 2\bar{x}) - L_{pf}(1 - C_{pf})$$

$$A_a = C_{pa}(1 - 2\bar{x}) - L_{pa}(1 - C_{pa})$$

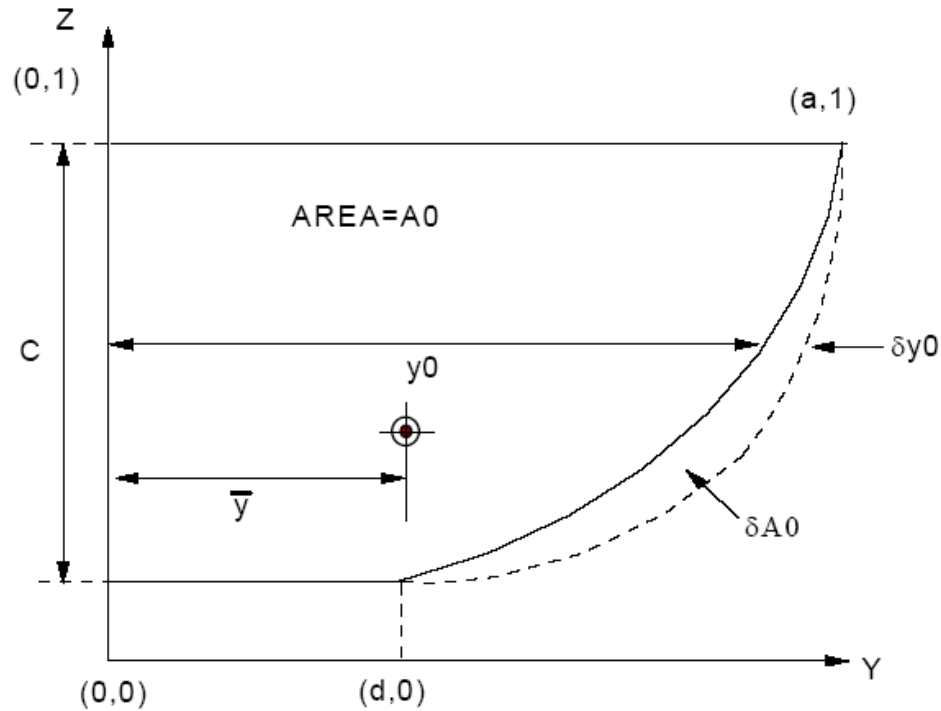
$$B_f = \frac{C_{pf}[2\bar{x} - 3k^2 - L_{pf}(1 - 2\bar{x})]}{A_f}$$

$$B_a = \frac{C_{pa}[2\bar{x} - 3k^2 - L_{pa}(1 - 2\bar{x})]}{A_a}$$

$$C_f = \frac{B(1 - C_{pf}) - C_{pf}(1 - 2\bar{x})}{1 - L_{pf}}$$

$$C_a = \frac{B(1 - C_{pa}) - C_{pa}(1 - 2\bar{x})}{1 - L_{pa}}$$

# 10-3. Botting 방법



- 단면형상의 체계적인 변화를 위한 식

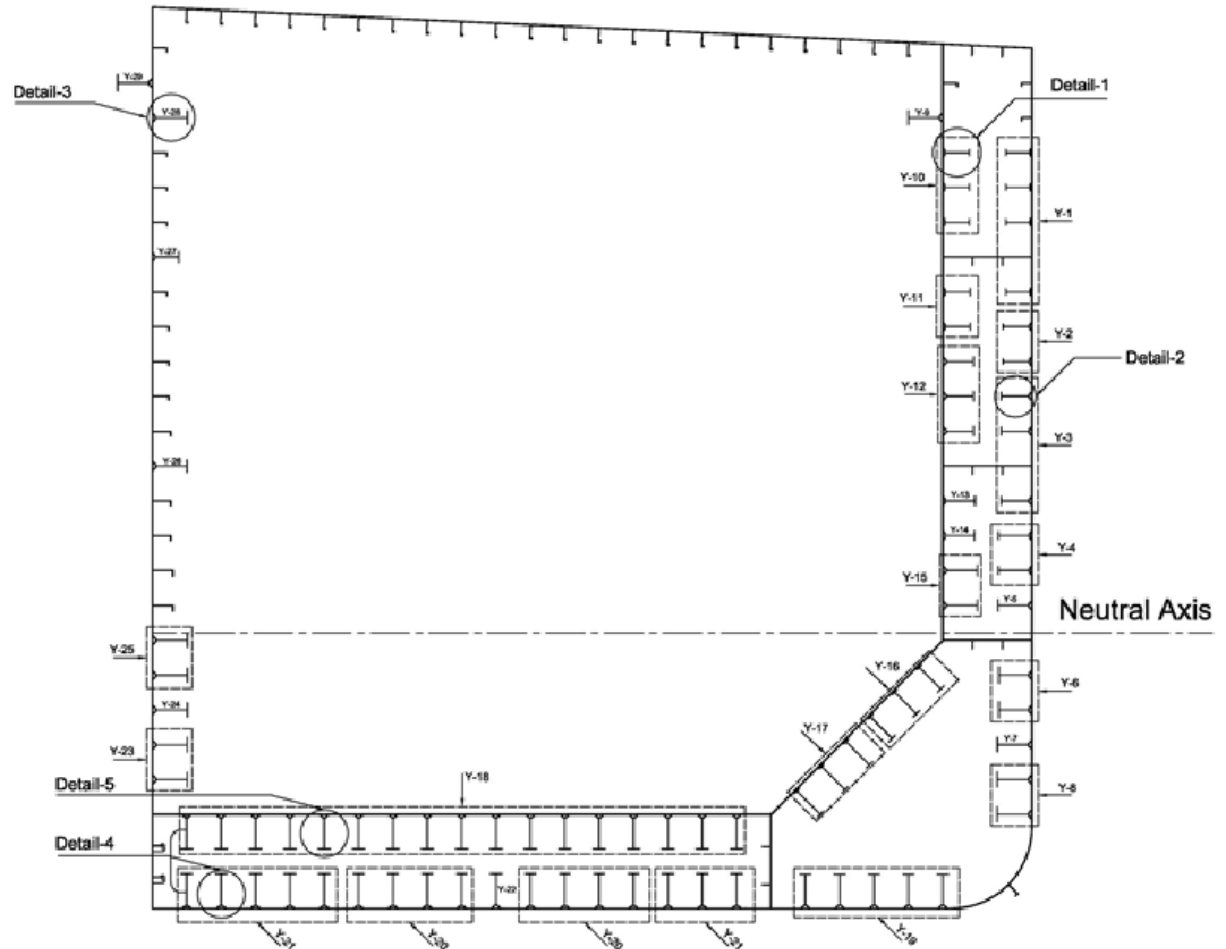
$$\delta y_0 = \frac{a - y_0}{ac} \times \left\{ \frac{(y_0 - d) \times (A_1 - A_0)}{\frac{A_0}{c} \left(1 - 2 \frac{y}{a}\right) - d \left(a - \frac{A_0}{ac}\right)} \right\}$$





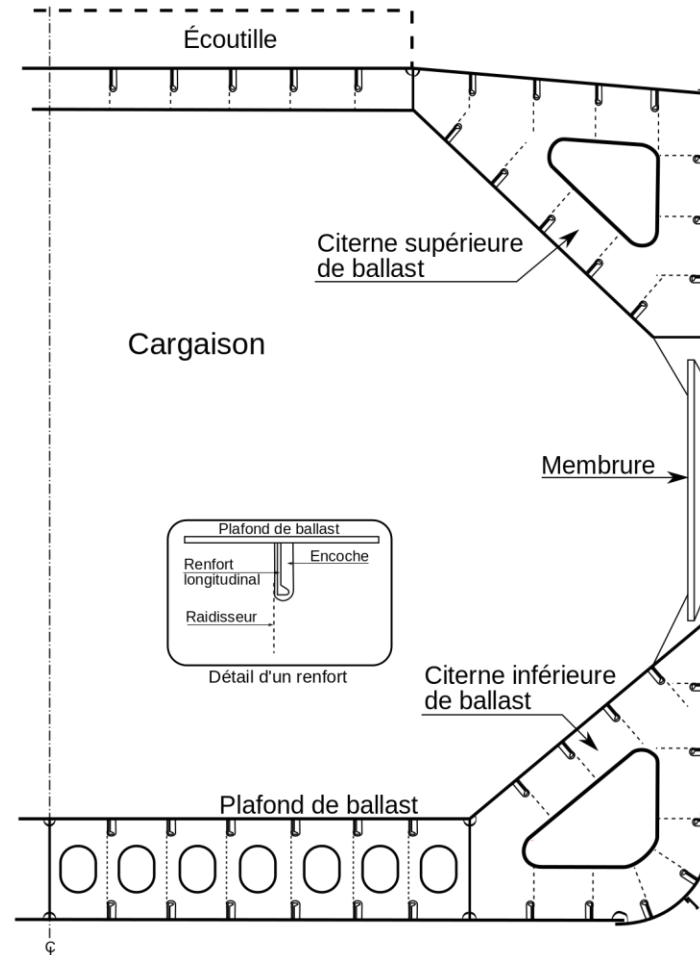
# 10-4. Midship Section

## ■ Tanker의 중앙횡단면도



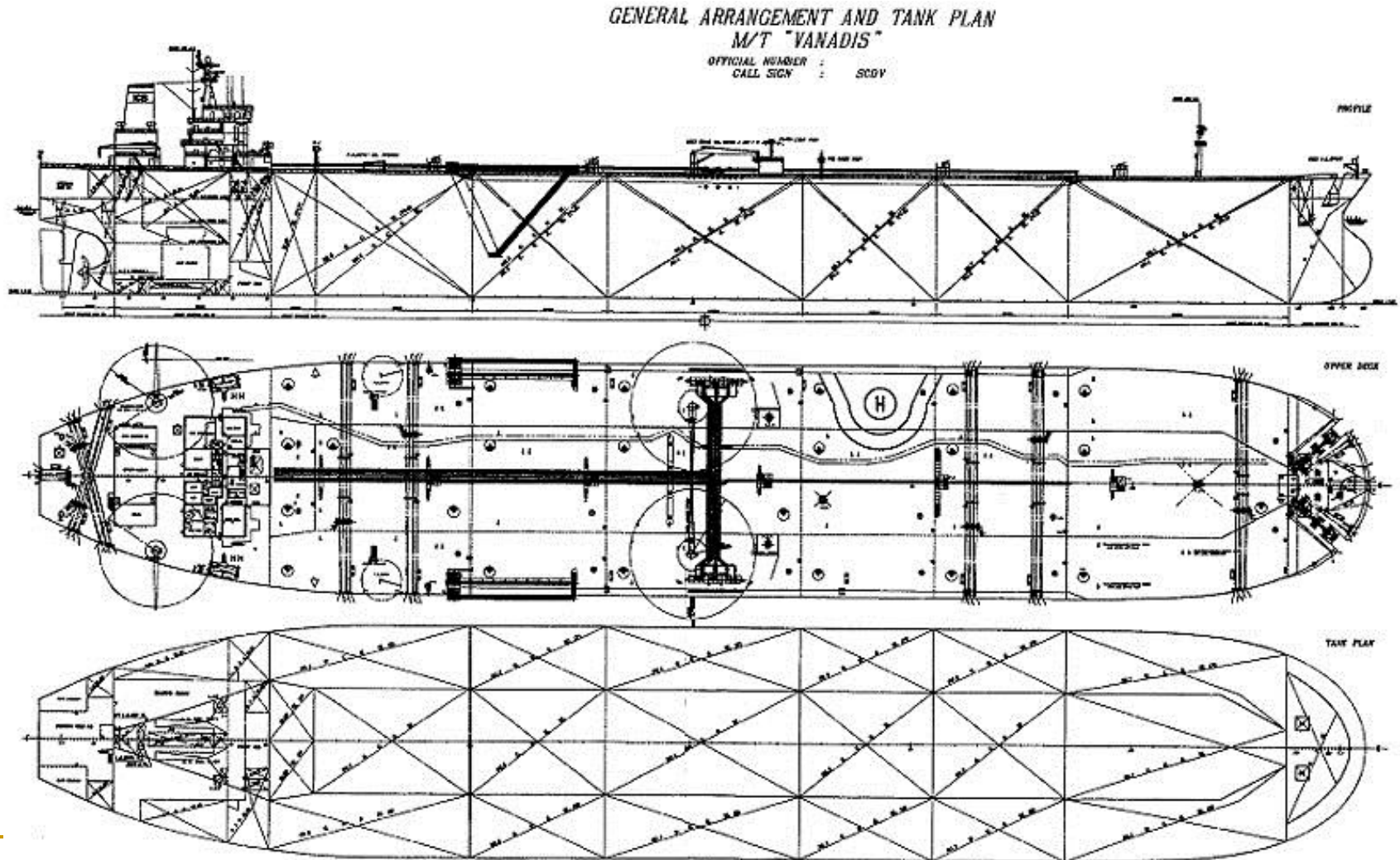
# 10-4. Midship Section

## ■ Bulk Carrier의 중앙횡단면도



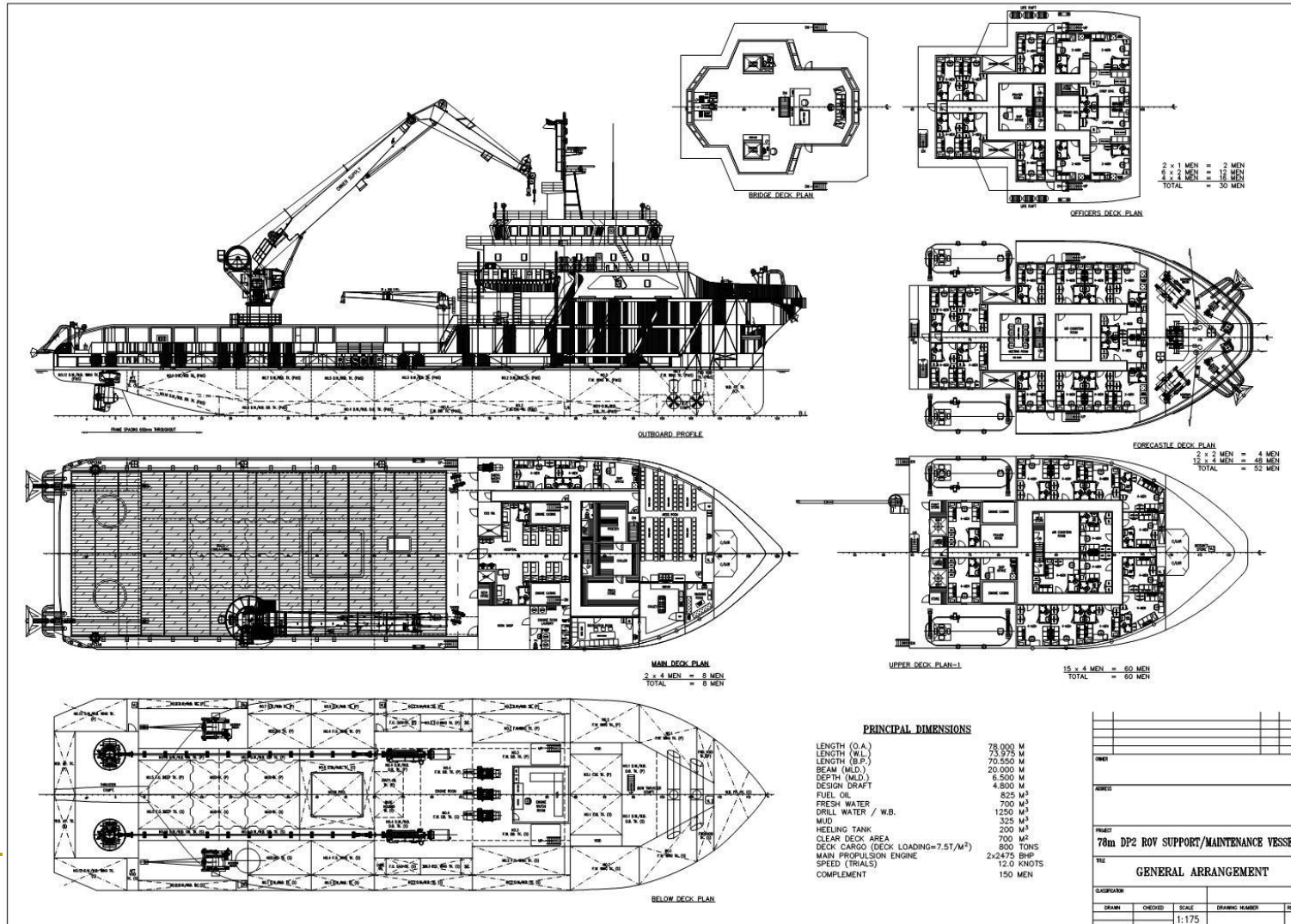
# 10-5. General Arrangement

- Tanker 선박의 일반배치도



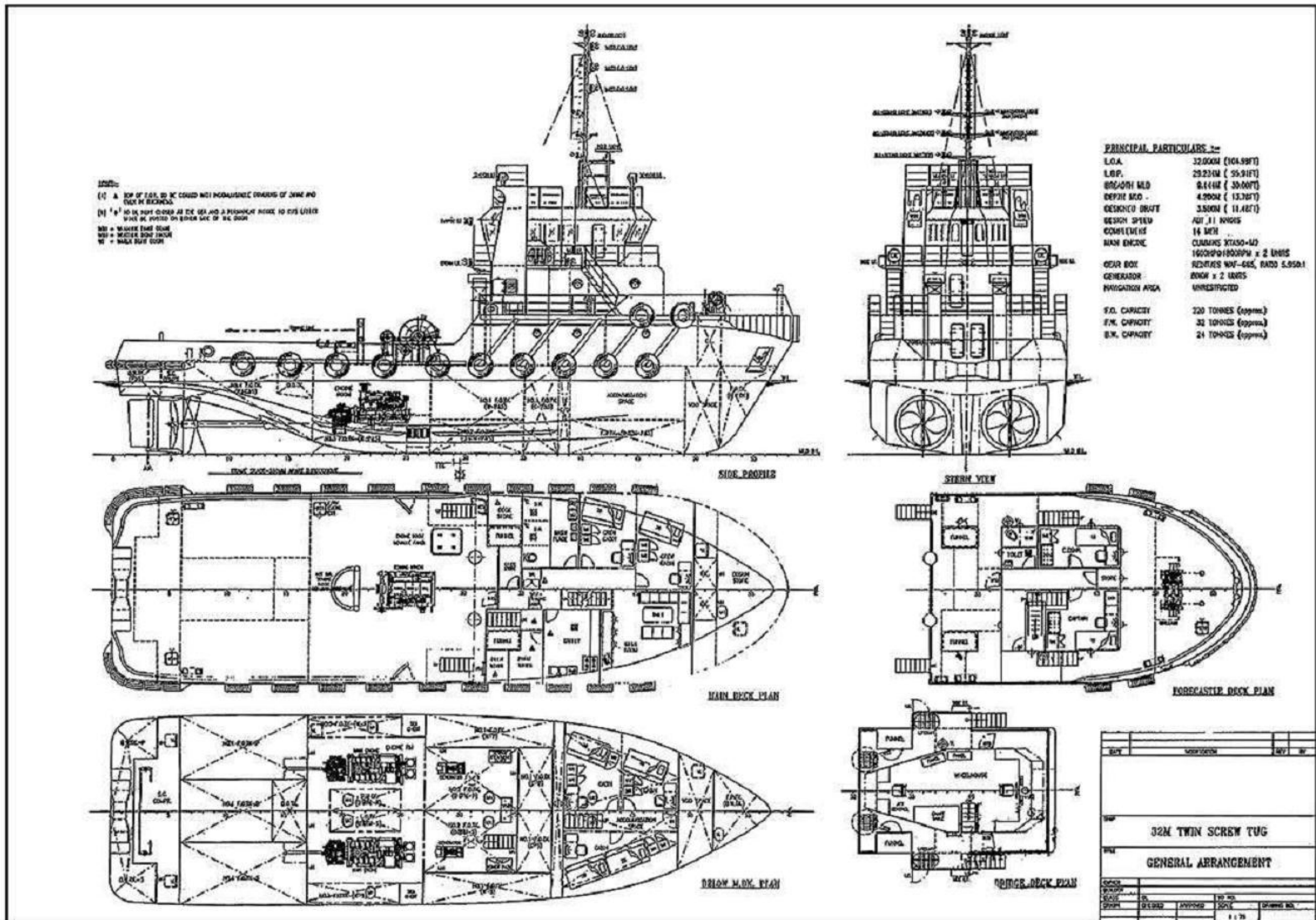
# 10-4. General Arrangement

## ■ 해양 지원선의 일반배치도



# 10-5. General Arrangement

## ■ 해양 지원선의 일반배치도



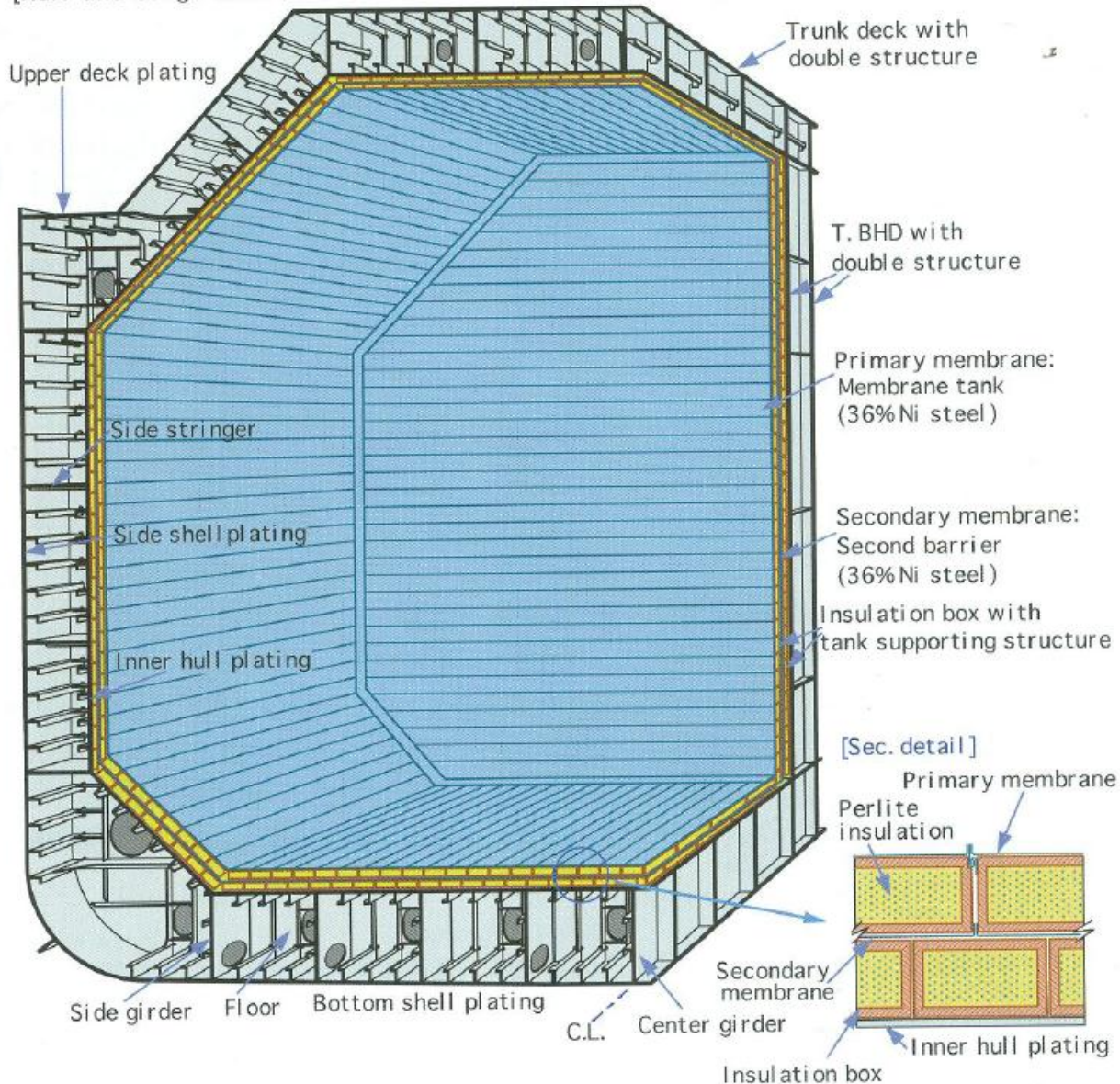
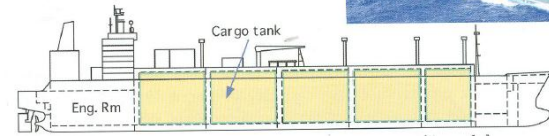
# 10-6. 주요 선박의 구조도

[Hull and cargo tank structure in midship area, Looking aft]

## ■ LNG(No-96)

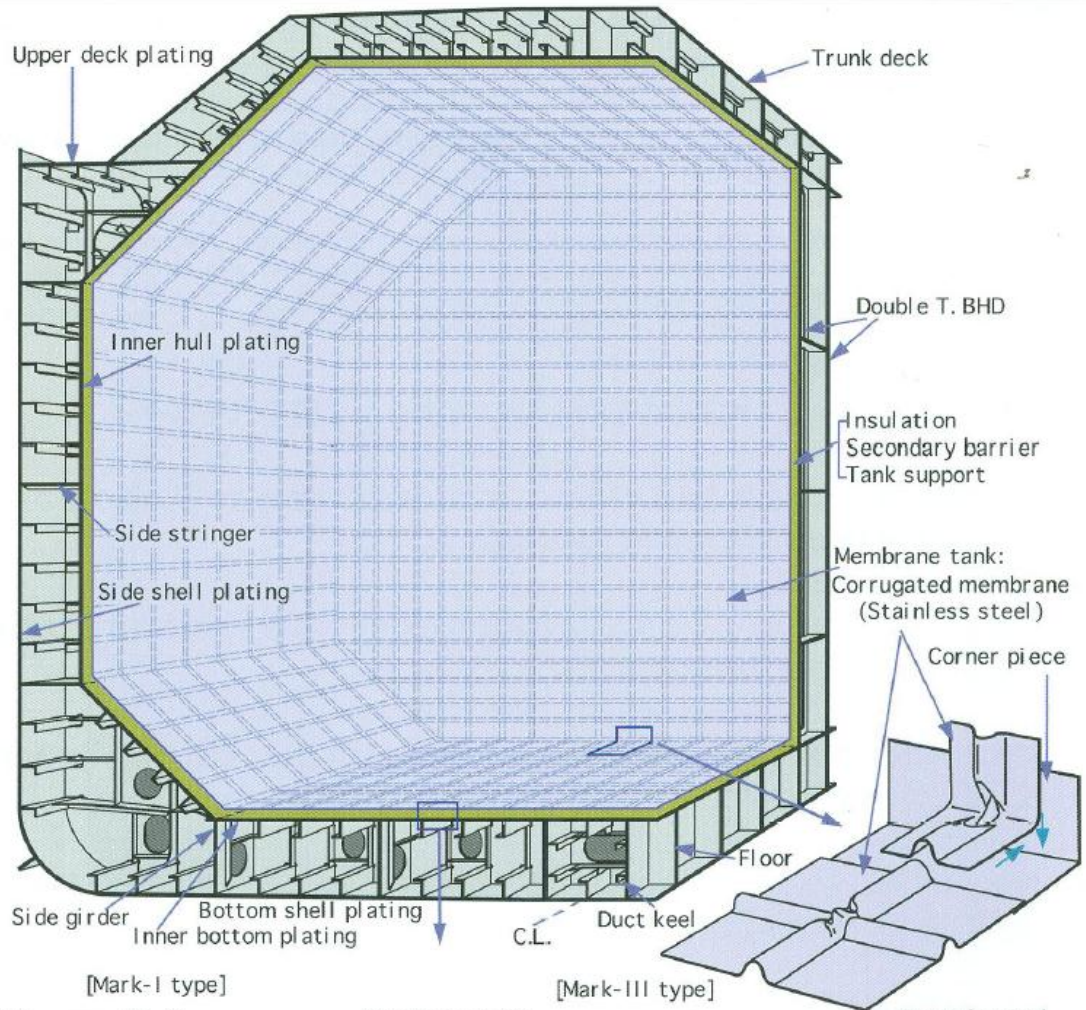
Hull and cargo tank structure of LNG tanker with membrane tank (Gaztransport type)

Imaged ship size: 130 000 m<sup>3</sup>



# 10-6. 주요 선박의 구조도

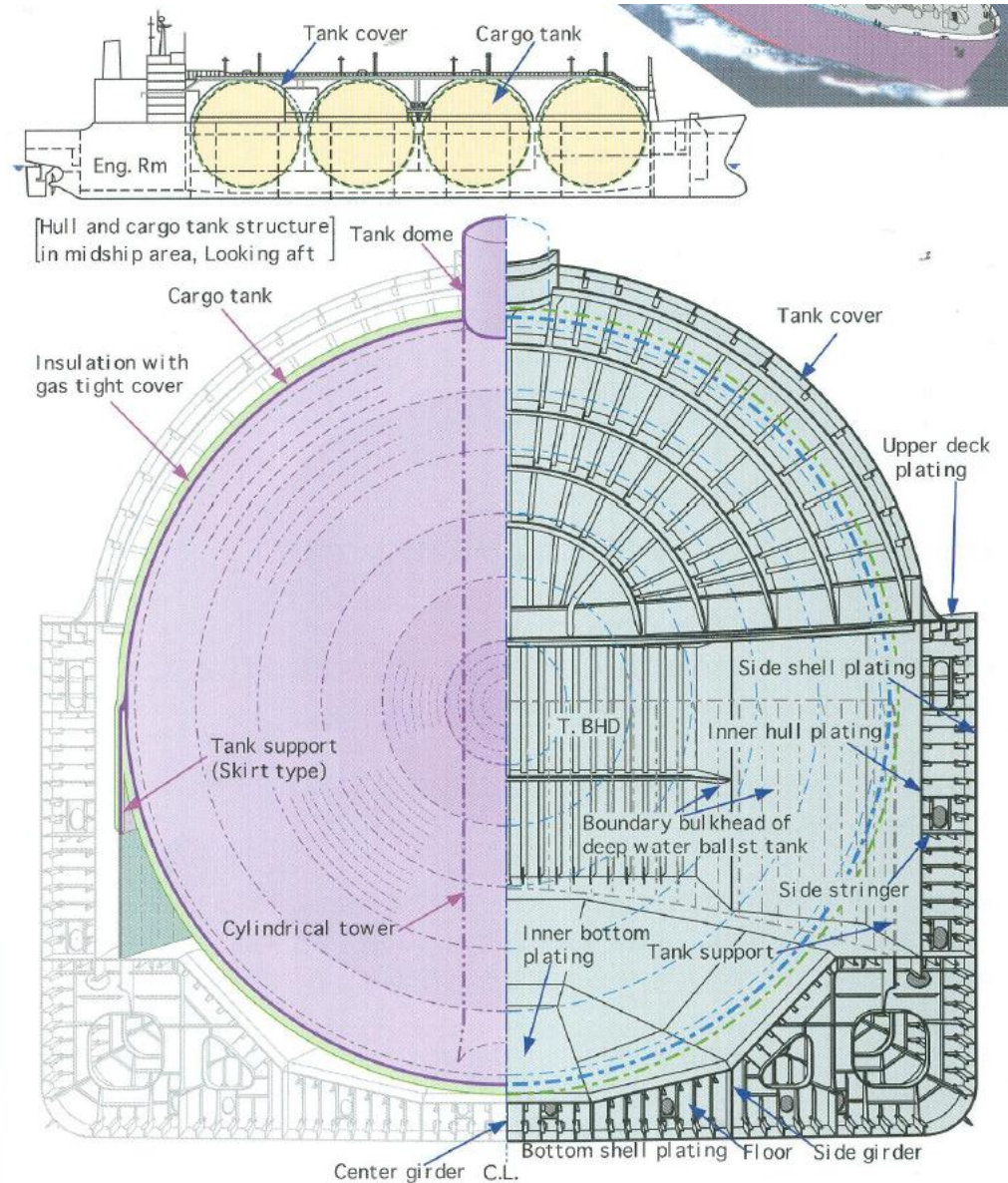
## ■ LNG(MK-III)





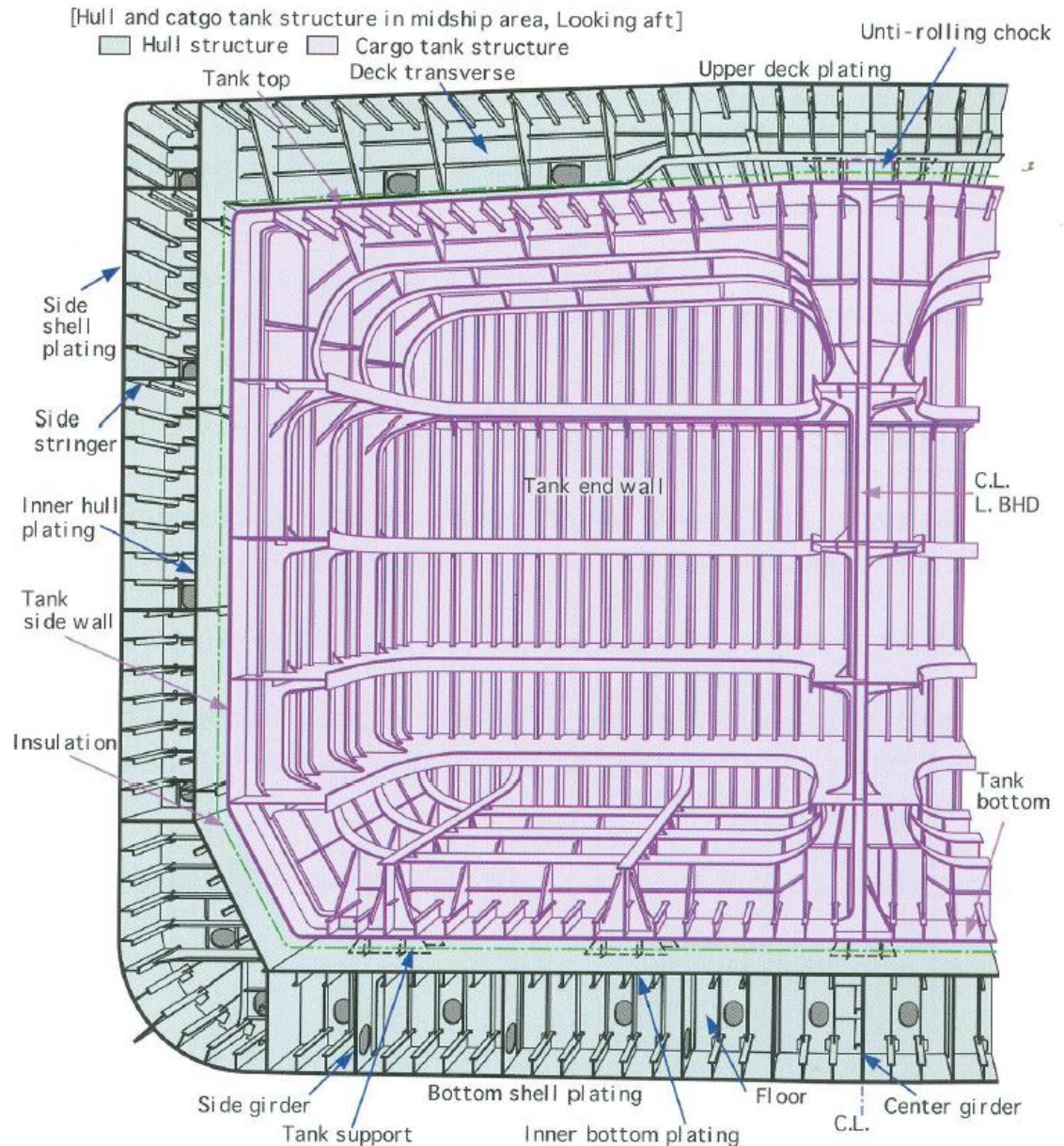
# 10-6. 주요 선박의 구조도

## ■ LNG(MOSS)



# 10-6. 주요 선박의 구조도

## ■ LNG(IHI-SPB)



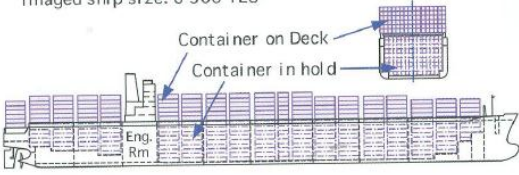
# 10-6. 주요 선박의 구조도

## ■ Container 선박

Hull structure of container ship - 1

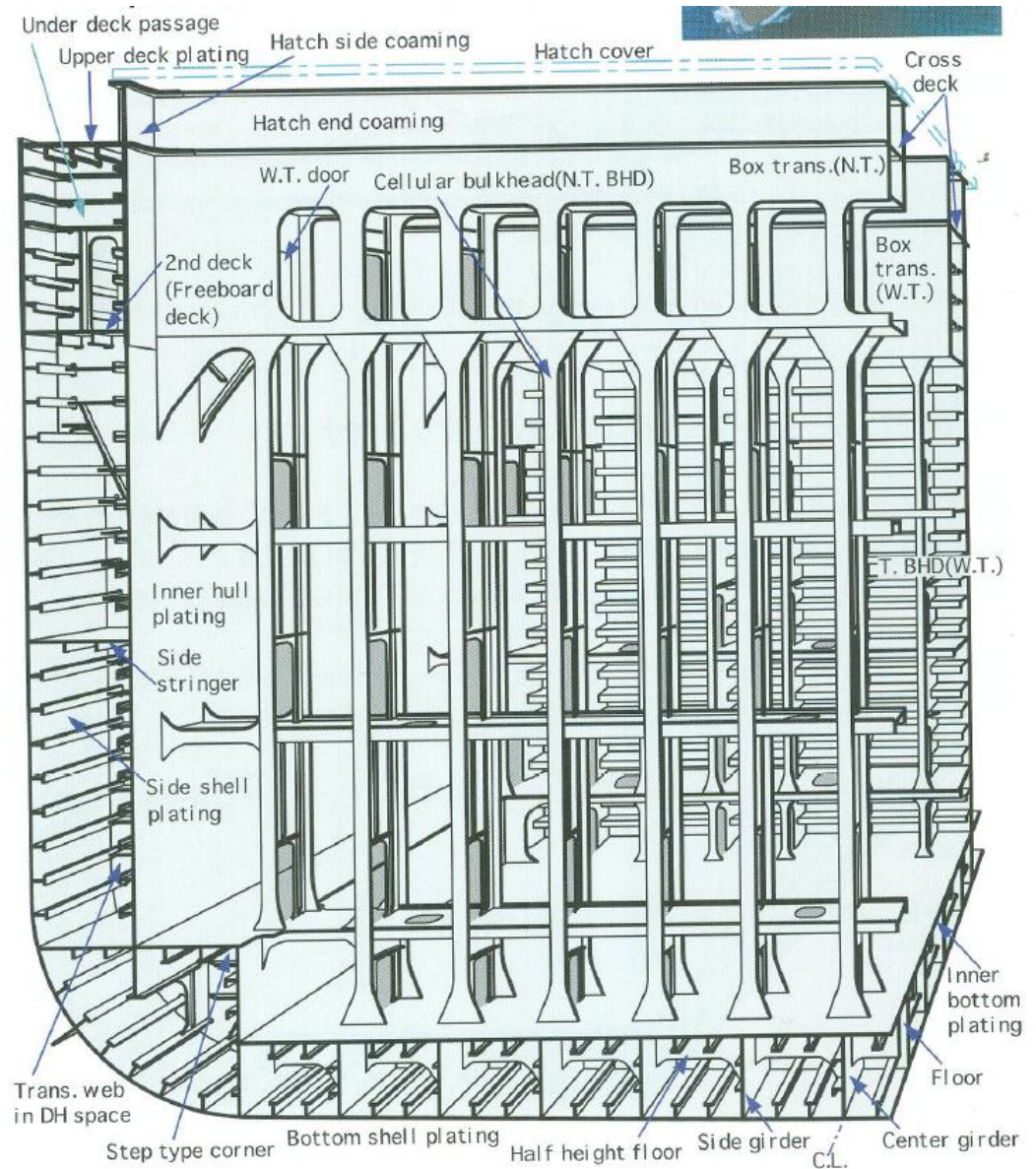
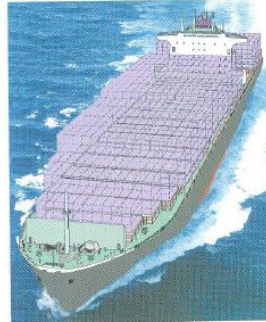
[Post-Panamax type]

Imaged ship size: 6 500 TEU



[Hull structure in midship area, Looking aft]

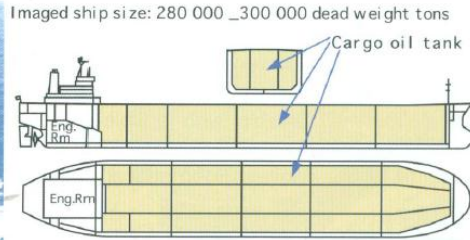
Under deck passage



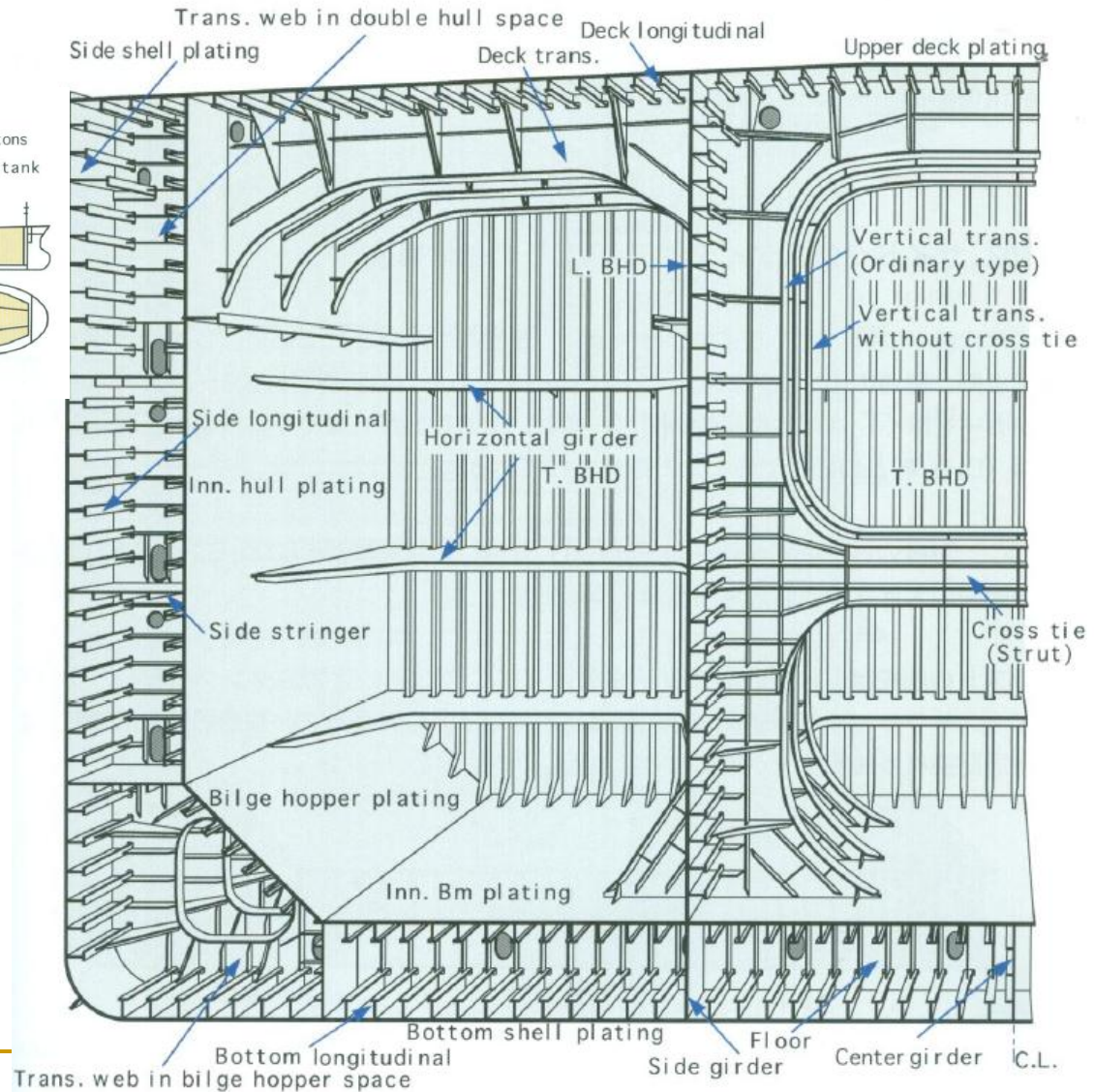
# 10-6. 주요 선박의 구조도

## VLCC

Hull structure of VLCC with center cross tie



[Hull structure in midship area, Looking aft]

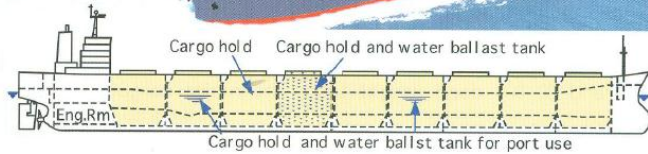
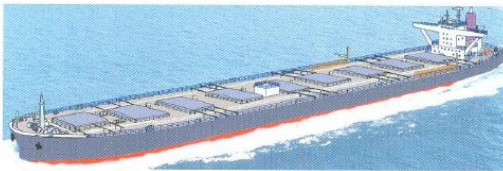


# 10-6. 주요 선박의 구조도

## ■ Bulk 선박

Hull structure of Bulk carrier (Cape size)

Imaged ship size:  
170 000 dead weight tons



[Hull structure in midship area, Looking aft]

