

---

## 9. 일반 배치

---

2016년 상반기  
김수영

# 목차

1. 일반배치의 정의
2. 일반배치의 중요성
3. 선박 설계에서의 일반배치
4. 일반배치 결정 과정의 흐름
5. 개략 일반배치 검토 과정
6. 길이 방향 구획 분할
7. 화물구역 배치 결정 (벌크 화물선)
8. 연료유, 밸러스트, 청수 탱크 배치
9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정 (유조선)

# 9-1. 일반배치의 정의

## ■ 일반배치

- 선박의 형상과 그 특성을 도면에 표현하고 요구되는 기능 및 장비에 대한 적절한 위치설정, 공간 확보 및 설계 계획의 방향을 정하는 것.

## ■ 일반배치 결정의 기본 원리

- 선박의 유효 작업에 필요한 활동 및 기능이해
- 각 시설물의 작업 또는 활용 위치의 적절한 고려
- 운항 경제에 미치는 영향의 비교 검토
- 충분한 강도와 최소 중량이 될 수 있는 배치
- 전 Loading condition 상태에서의 적절한 복원력 유지
- 해운법규, 규정, 관습 및 전통의 요구 조건 만족
- 안전 및 위험으로부터 보호측면을 고려

## 9-2. 일반배치의 중요성

- “최적의 배치 상태를 찾는 것은 곧 최적의 기능을 설계하는 것과 같다.”
  - 동일한 주요목 및 선형에서도 배치의 결과에 따라 선박이 갖는 성능이 달라짐.
  - 선박을 구성하는 세부 모듈을 최적 배치함으로써 최적 성능을 가지도록 함.

## 9-3. 선박 설계에서의 일반배치

### ■ 재화중량 확보의 측면

- 일반배치의 목적은 요구 재화중량을 적재할 수 있는 화물 구역의 배치에 있음.
- 요구 재화중량을 적재할 수 없는 선박은 적어도 벌금을 물거나 부족분이 클 경우 인도가 불가.

### ■ 생산 및 운항의 측면

- 화물창의 크기는 국제 규약에 의해 제한 받으며, 클수록 생산비가 줄어들고, 작을수록 생산비가 증가.
- 운항 및 안전성 측면에서는 작을수록 좋다.
- 화물창 단면 형상은 적절치 못하면 추가 생산 설비를 유발하므로 생산성에 영향을 미침.

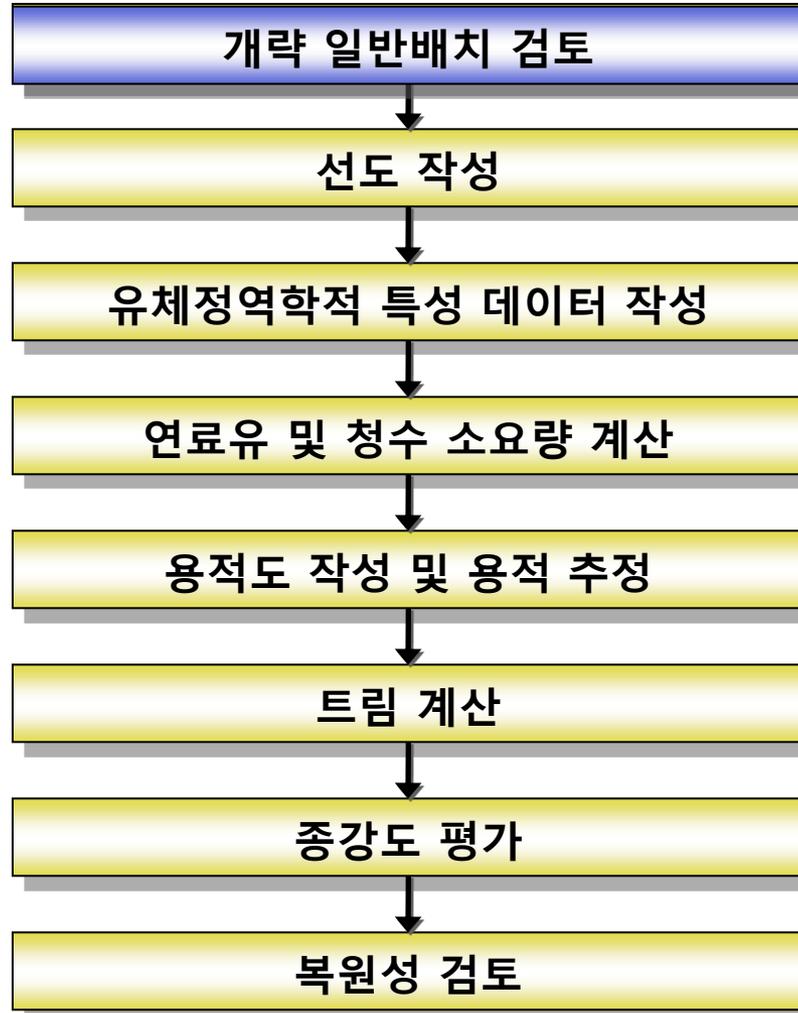
## 9-3. 선박 설계에서의 일반배치

- 선체 강도 및 트림 복원성의 측면
  - 전 단계에서 결정된 선형으로부터 주기관의 위치를 결정하는 것이 일반배치의 첫 단계.
  - 기관실, 화물 구역의 크기에 따라 선체에 걸리는 하중의 크기가 결정됨.
  - 밸러스트 탱크의 배치는 트림 및 복원성, 종강도에 영향을 줌.
  - peak tank에 밸러스트 수를 실을 경우, 화물창 용적 확보가 용이하나 종강도 측면에서 많은 보강을 필요로 함.

## 9-3. 선박 설계에서의 일반배치

- 일반배치가 전체 설계 과정에 미치는 영향
  - 동일한 주요치수 및 선형에서도 일반배치에 따라 선박의 중량 및 재화 중량이 큰 영향을 받음.
  - 구조 설계와 선박 계산은 주기관 및 화물창, 각종 탱크의 배치 결과의 영향을 크게 받음.

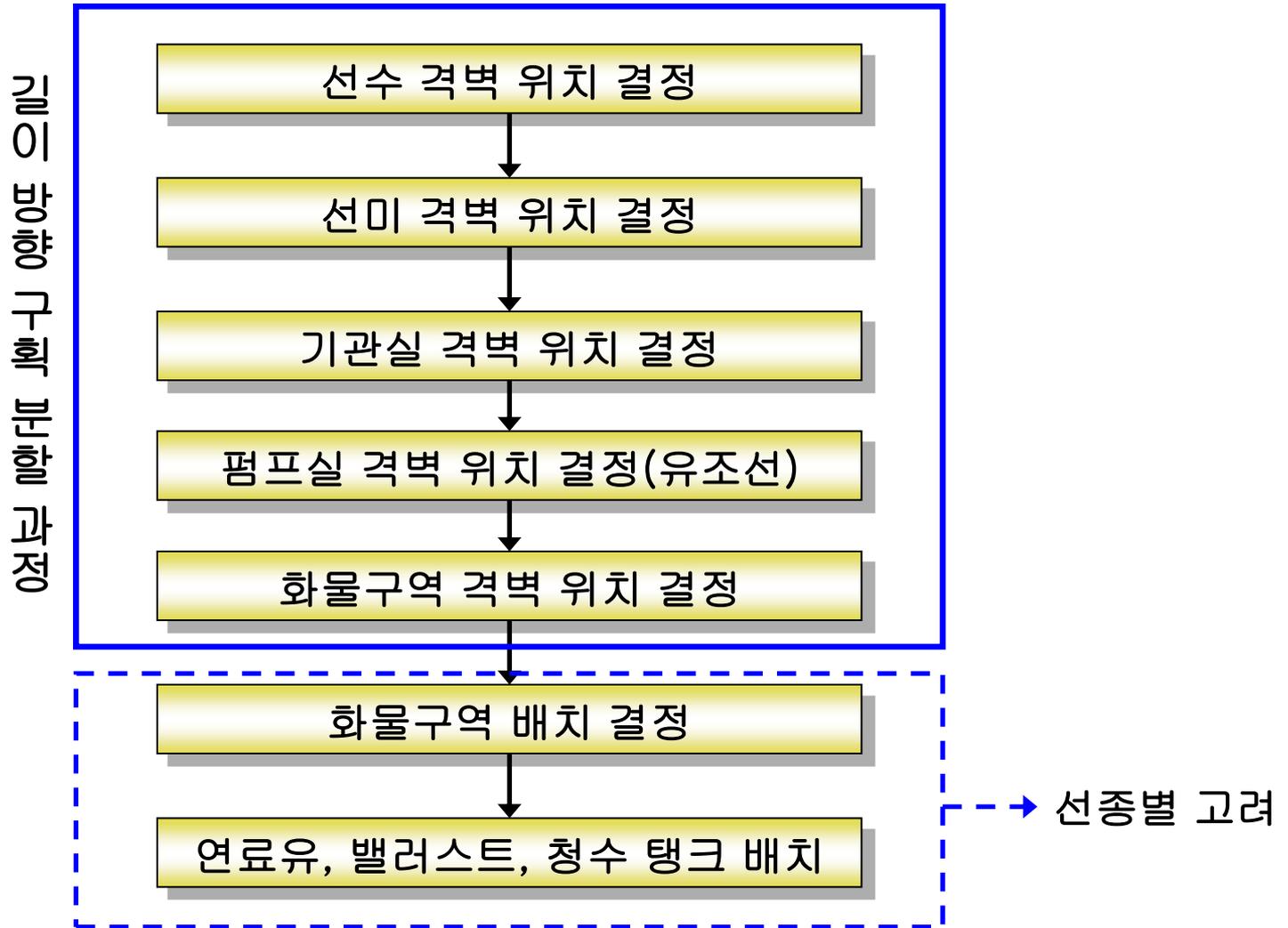
## 9-4. 일반배치 결정 과정의 흐름



## 9-5. 개략 일반배치 검토 과정

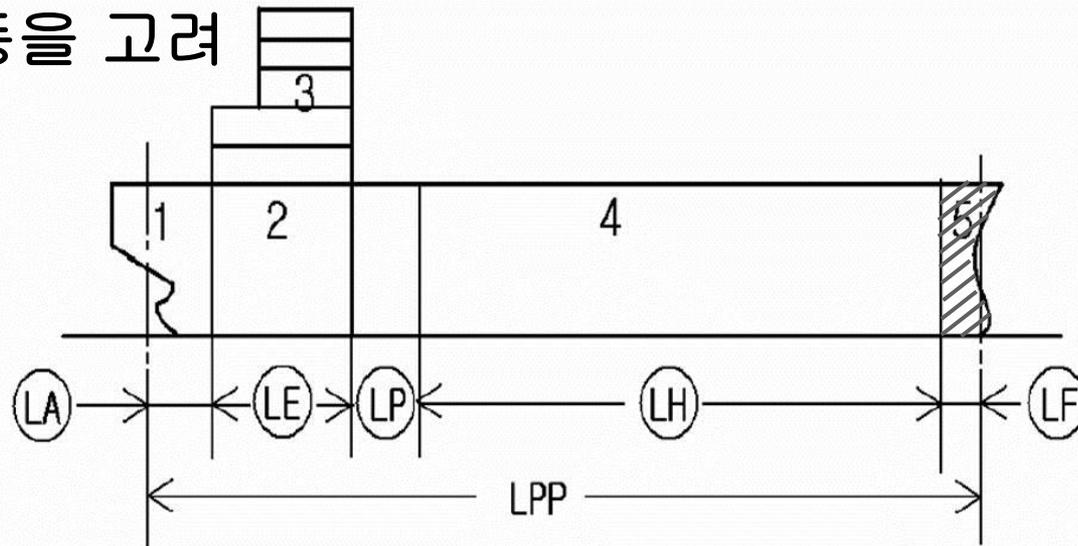
- 개략 일반배치 검토를 위한 설계정보
  - 화물의 종류와 용적량에 따른 화물창 크기
  - 주기관의 종류와 소요마력에 대한 요구되는 기관실의 용적
  - 승무원, 여객수 및 거주구 배치 기준
  - 항행거리를 고려한 연료 탱크 및 밸러스트 탱크의 용량
  - 화물창 구획 개수 및 횡격벽 수
  - 초기 선도
- 개략 일반배치 검토 내용
  - 길이방향 구획 분할
    - 선수 격벽 위치 결정
    - 선미 격벽 위치 결정
    - 기관실 격벽 위치 결정
    - 화물구역 격벽 위치 결정
  - 화물구역 단면 형상 정보
  - 연료유, 밸러스트, 청수 탱크의 배치

# 9-5. 개략 일반배치 검토 과정



## 9-6. 길이 방향 구획 분할

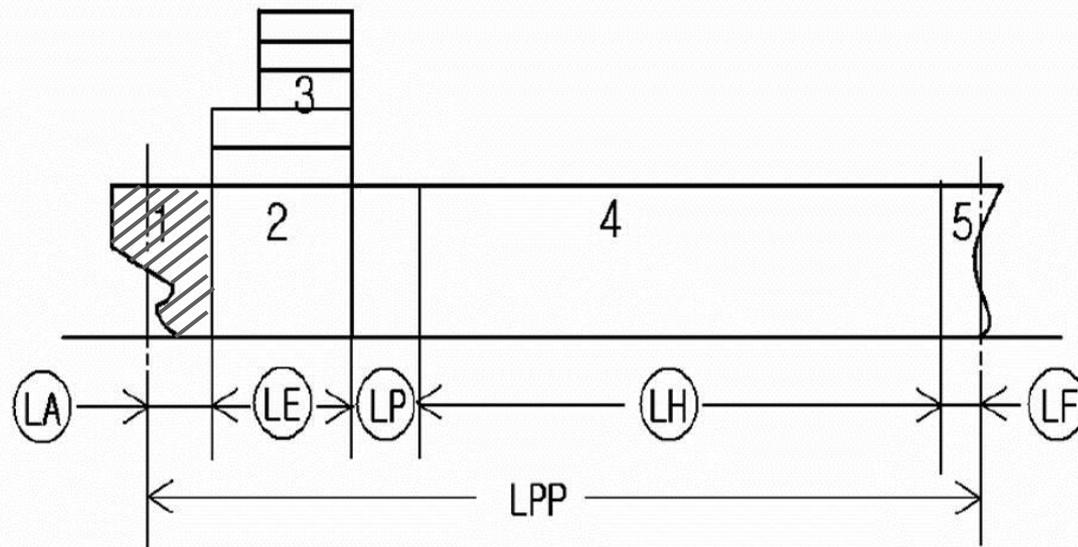
- 선수 격벽 위치(충돌 격벽, LF)
  - fore peak tank(FPT)와 화물유 탱크 사이의 선수 격벽을 collision bulkhead(충돌 격벽)이라 부름
  - collision bulkhead의 위치는 SOLAS와 각 선급 규칙에서 최소거리/최대거리를 동일하게 요구
  - 선수 계선(mooring)과 anchor handling, anchor chain 적재 등을 고려



## 9-6. 길이 방향 구획 분할

### ■ 선미 격벽 위치(LA)

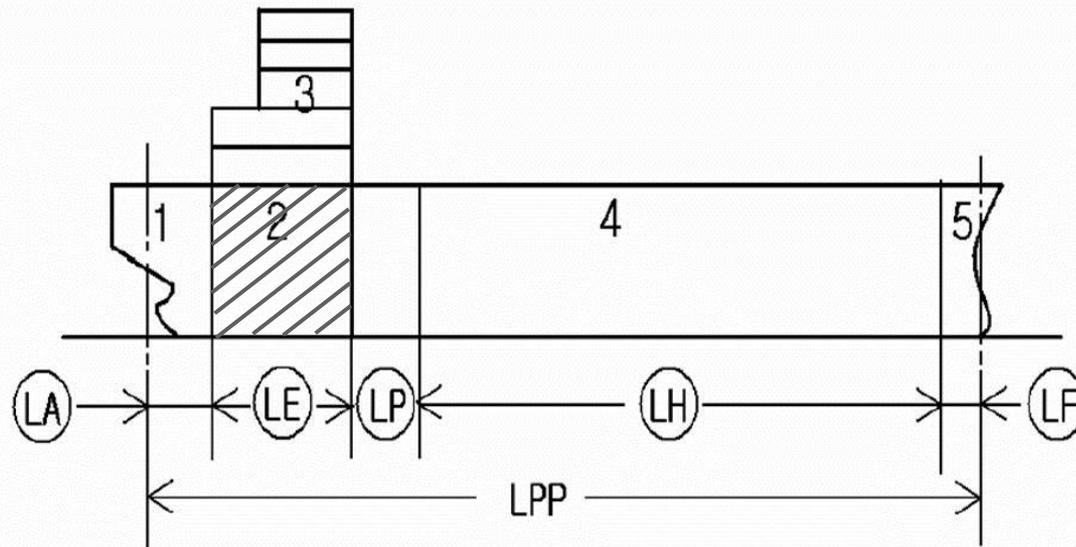
- 선미 격벽에서 트랜섬 사이의 구간
- steering gear room, rope storage space, APT 등이 배치
- 프로펠러 주위의 간격(clearance)과 타(rudder) 및 프로펠러와 축계 배치에 필요한 거리를 고려
- 프레임 간격은 건조시의 공작성 및 작업공간 등을 이유로 700 mm ~ 900 mm



## 9-6. 길이 방향 구획 분할

### ■ 기관실 격벽 위치(LE)

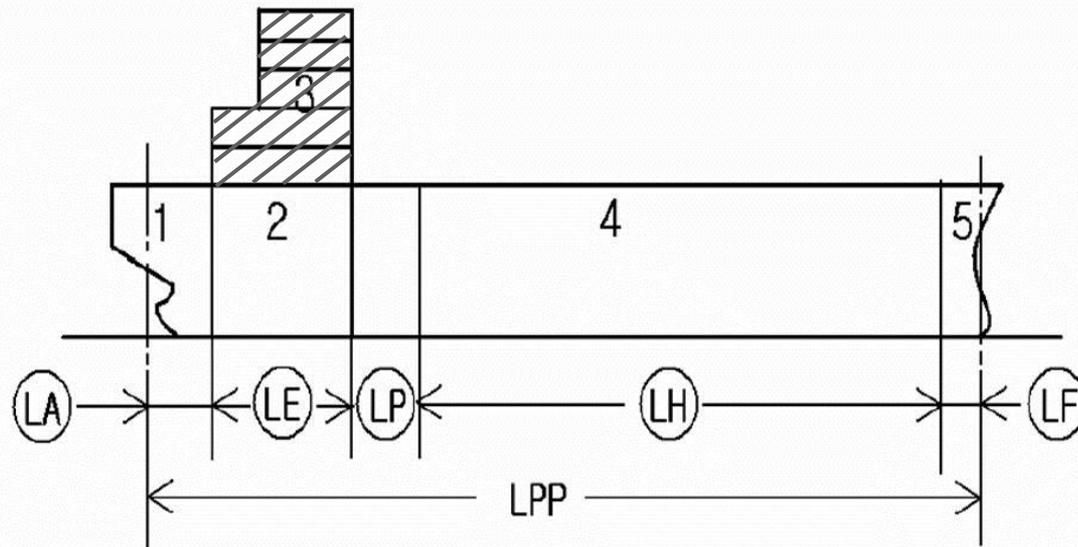
- 주기관(main engine : M/E) 배치 공간 고려
  - 주기관의 폭과 side stopper 설치 및 관 설치 공간이 확보되는 폭을 만족하는 위치에 주기관이 위치
- 프로펠러 축(propeller shaft) 발출을 위한 공간
- 주기관과 기관실 전부격벽사이의 공간
  - 주기관 앞쪽의 배관 및 펌프(pump) 배치 공간 확보



## 9-6. 길이 방향 구획 분할

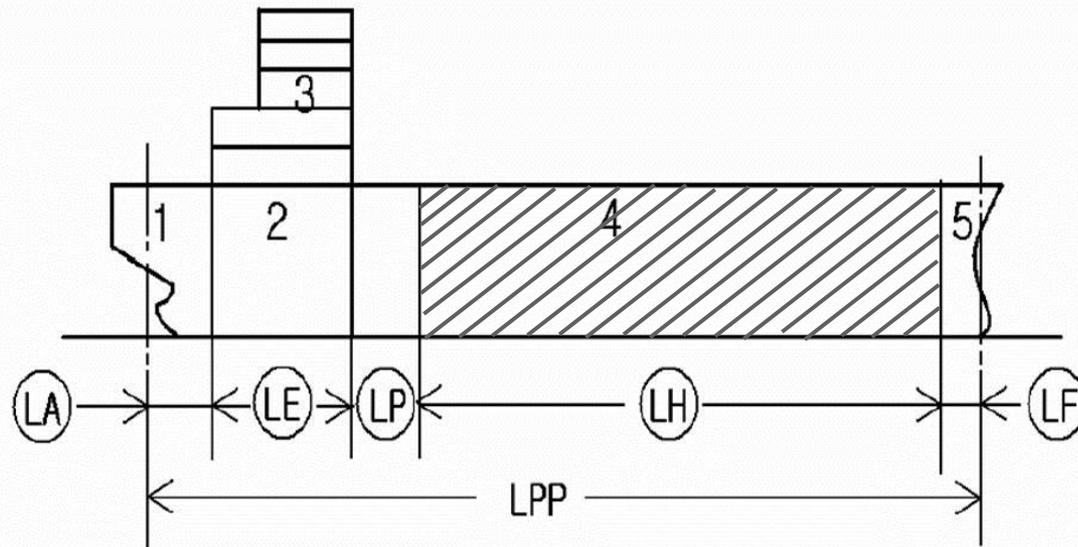
### ■ 거주 구획 배치

- 거주 구획 및 항해선교(navigation bridge)는 구조적 측면을 고려하여 기관실 구획 상부에 설치
- 거주 구획 총수 및 높이 결정: SOLAS visibility 검토
- funnel 및 casing 배치



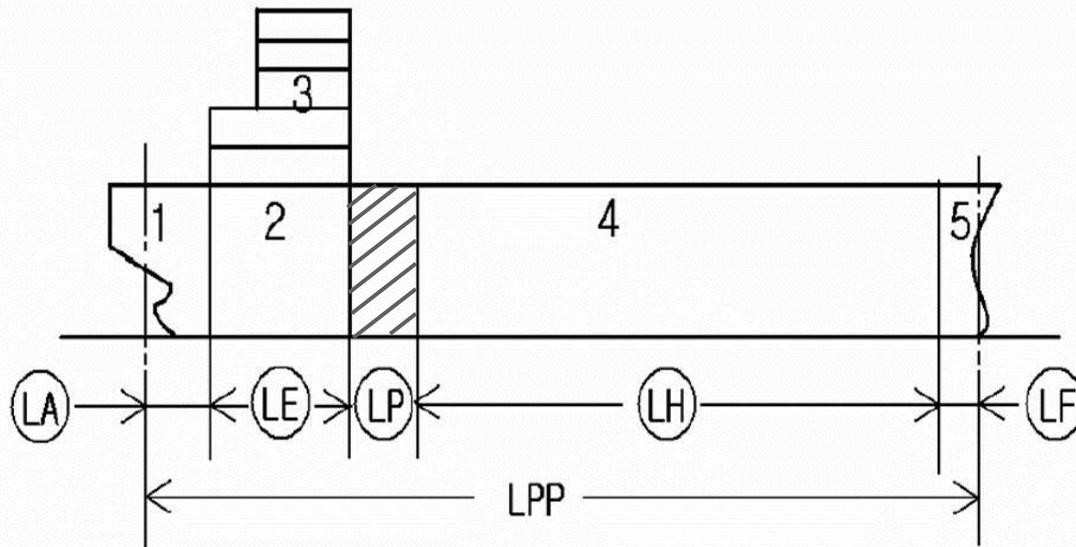
## 9-6. 길이 방향 구획 분할

- 화물구역 격벽 위치(LH)
  - 선급 규칙에서는 배의 길이에 따라 총 수밀 격벽 수가 규정
  - 화물창을 배치하는데 있어서 화물창의 길이가 필요 이상으로 짧으면, 그것은 곧 불필요한 생산 비용이 들었음을 의미
  - 너무 길어지면 손상시 복원성을 충족시키지 못하거나 유조선의 경우 충돌, 좌초 등의 사고시 많은 오염을 유발



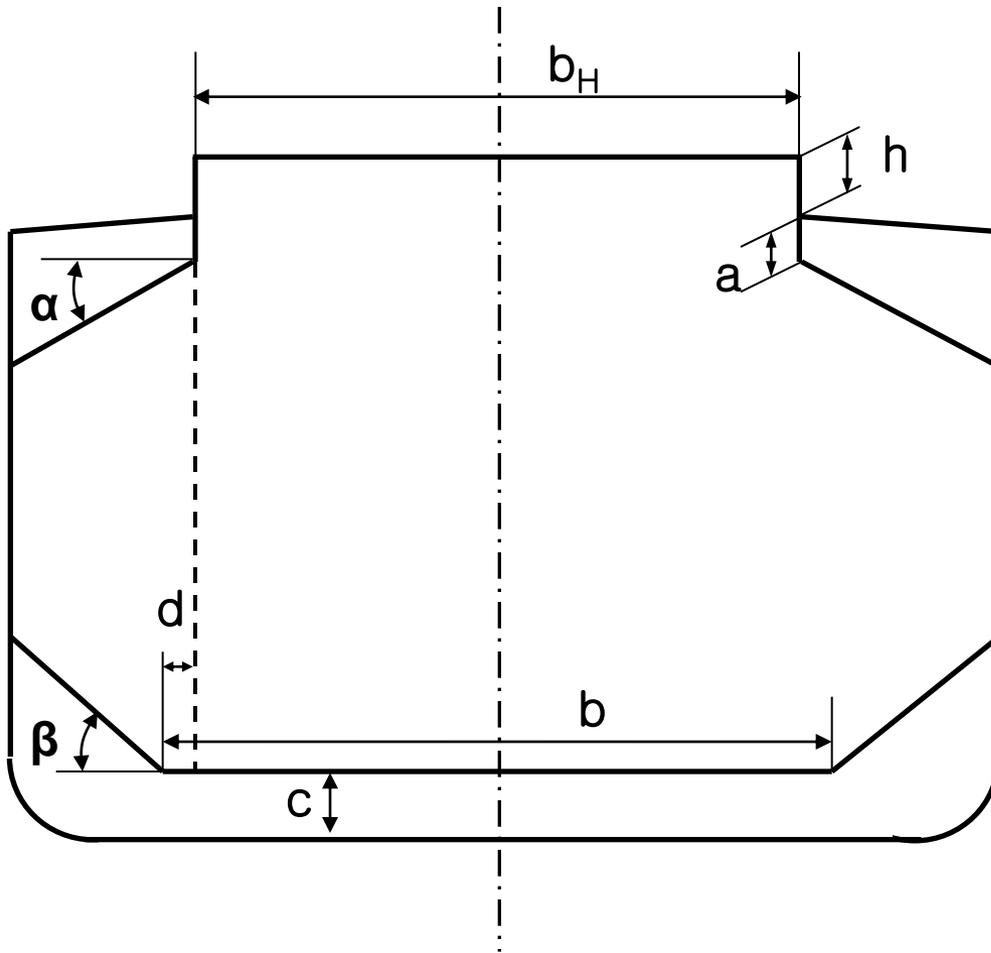
## 9-6. 길이 방향 구획 분할

- 펌프실 격벽 위치(LP)
  - 유조선의 경우, 기관실과 화물유 탱크 사이에 배치
  - 펌프실 길이는 화물유 펌프 및 밸러스트 펌프의 크기, 파이프 배치, 보수 유지 공간을 고려하여 결정



# 9-7. 화물구역 배치 결정(벌크화물선)

## ■ 벌크화물선의 중앙 단면



- a: 상갑판창구옆 거더 깊이
- $b_H$ : 창구폭
- b: 내저판의 폭
- c: 이중저 높이
- d: 창구 측면으로부터 이중저 호퍼의 경사판이 시작되는 곳까지의 거리
- h: 해치 높이
- $\alpha$ : 어깨 탱크의 경사각
- $\beta$ : 이중저 호퍼의 경사각

## 9-7. 화물구역 배치 결정(벌크화물선)

- 벌크화물선의 중앙 단면 형상 결정
  - 항해중 배의 동요로 화물이 무너지지 않도록 30° 이상의 경사를 가진 어깨 탱크를 설치
  - 이중저의 양쪽에는 양하시에 화물이 자연히 낙하하도록 40~50°의 경사를 붙인 호퍼부를 설치
  - 창구의 폭은 가능한한 큰 것이 하역의 면에서 바람직하나 너무 크게 하면, 창구 덮개의 크기가 커지고, 또 선각구조의 중량도 증가하여 선가가 높아지므로, 일반적으로 배의 폭의 45~50% 정도로 함.
  - 창구옆거더의 깊이는 화물창용적을 확보하는 점에서 가능한한 작은 쪽이 좋으나 강도나 공작면을 고려하여 일반적으로 700~800 mm정도로 함.
  - 내저판의 경사가 시작되는 점까지의 거리 d가 작아지면 화물창용적의 손실이 크고, 너무 커지면 창구측면으로부터의 거리가 커져서 그래브하역시 불편

## 9-7. 화물구역 배치 결정(벌크화물선)

- 내저판의 폭  $b$ 의 양단은 이중저의 종통늑골의 위치와 일치하도록 정함.
- 이중저의 높이  $c$ 는 선급협회의 규칙에 의해 그 최소 높이가 정해지므로, 그것을 만족하도록 정함. 작업성 측면을 고려하여 2m 20cm를 넘지 않도록 함.
- 해치 높이  $h$ 는 해치 커버의 형상에 따라 요구되는 높이가 결정되며, 일반적으로 작동점검사의 편의를 고려하여 1,300~1,500mm 정도의 값을 선호

## 9-8. 연료유, 밸러스트, 청수 탱크 배치

### ■ 어깨 탱크(벌크화물선)

- 벌크화물선의 어깨 탱크는 일반적으로 밸러스트 탱크로 이용됨.
- 어깨 탱크를 밸러스트 전용 탱크로서 사용할 때에는 파이프나 밸브 등의 절약을 고려하여 2창구씩 구획을 나눔. 단, No. 1 화물창의 어깨 탱크에 대해서는 안전성의 면에서 선급협회에 따라 1구획으로 할 것을 요구
- B<sub>1</sub> 건현을 취득하는 경우에는, 선수부의 어깨 탱크를 2창구에 걸쳐서 배치하면 침수구획의 용적이 증가하여 트림이나 경사가 커져서 규칙을 만족시키지 못하는 경우가 있으므로 이 경우에는 화물창 격벽의 위치에서 구획할 필요가 있음.

## 9-8. 연료유, 밸러스트, 청수 탱크 배치

### ■ 이중저 구획 탱크

- 화물창구획의 이중저에는 연료유조와 밸러스트 탱크를 배치
- 연료유조 배치시 유의할 점은,
  - 트림의 조정이 쉽게 될 수 있는 배치: 일반적으로 계획흘수가 기항하는 항구의 허용되는 최대치인 경우가 많으므로 만재출입 항시에는 평흘수 혹은 30cm이내의 트림으로 억제하여여 함.
  - 배관을 충분히 고려한 배치

### ■ 청수 탱크

- 배관의 편의를 고려하여 기관실구획에 배치

## 9-9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정(유조선)

- 유조선의 화물구역 배치의 요건
  - 화물 탱크의 크기 및 배치의 제한
  - 분리 밸러스트 탱크(SBT)의 배치
  - SBT의 방호적 배치
  - 이중 선체 요건
  - 충돌 및 좌초로 인한 손상의 범위와 크기 가정
  - 기름 가상 유출량 고려
  - slop tank의 배치

# 9-9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정(유조선)

## ■ 화물 탱크의 크기 및 배치의 제한

가상 유출량( $O_c$ , $O_f$ )의 제한	30,000 $m^3$ 또는 $400 \sqrt[3]{DWT}$ 중 큰 쪽을 넘지 못하며 40,000 $m^3$ 를 최대로 한다.			
각 화물유 탱크의 용량 제한	Center Tank	50,000 $m^3$ 이하		
	Wing Tank	가상유출량의 75%이하		
화물유 탱크의 길이 제한 (10 $m$ 또는 오른쪽에서 규정된 길이 중 큰 것 이하)	중격벽이 없는 경우	$(0.5 \frac{b_f}{B} + 0.1) L_f$		
	중격벽이 1개 있는 경우	$(0.25 \frac{b_f}{B} + 0.15) L_f$		
	중격벽이 2개 이상 있는 경우	Wing Tank	$0.2 L_f$	
		Center Tank	$\frac{b_f}{B} \geq \frac{1}{5}$	$0.2 L_f$
$\frac{b_f}{B} < \frac{1}{5}$	중심선에 중격벽이 없는 경우; $(0.5 \frac{b_f}{B} + 0.1) L_f$ 있는 경우; $(0.25 \frac{b_f}{B} + 0.15) L_f$			

## 9-9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정(유조선)

### ■ 분리 밸러스트 탱크(SBT)의 배치

- MARPOL 1978 에 의하면 , DWT 20,000t 이상의 원유운반선과 30,000t 이상의 석유제품운반선은 전용 밸러스트 탱크만으로 통상 항해가 가능해야 하며, 긴급 사태를 제외하고 조약에 정해진 배출 기준을 만족하지 못하는 dirty ballast를 바다에 버리지 못하게 되어 있다.
- 흘수 및 트림 조건(단, 프로펠러는 완전히 물속에 잠길 것.)

$$T_m \geq 2.0 + 0.02L_f (m)$$

$$t \leq 0.015L_f$$

$T_m$  : 선체 중앙에서의 흘수,  $L_f$  : 건현용 길이,  $t$  : 선미트림

# 9-9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정(유조선)

## ■ SBT의 방호적 배치

### □ 방호적 배치(Protective Location : PL)

- 배가 좌초(stranding) 또는 충돌(collision) 했을 때, 기름의 유출을 최소한으로 줄이기 위하여, 화물 탱크 구역()의 선저와 선측 외판의 표면적과, SBT나 빈 공간이 차지하는 부분의 선저와 선측 외판의 표면적의 비율을 규정

### □ 비율

$$\sum PA_c + \sum PA_s \geq J[L_t(B+2D)]$$

$PA_c$  : 화물 탱크 구역 내에 있는 SBT나 빈 공간이 차지하는 선측 외판의 표면적 ( $m^2$ )

$PA_s$  : 화물 탱크 구역 내에 있는 SBT나 빈 공간이 차지하는 선저 외판의 표면적 ( $m^2$ )

$L_t$  : 화물 탱크 구역의 길이 ( $m$ )

$B$  : 배의 형폭 ( $m$ )

$D$  : 배의 형깊이 ( $m$ )

$J$  : DWT에 따르는 계수 ;

DWT 20,000t 인 경우 0.45

DWT 200,000t 인 경우 0.30

DWT 20,000t ~ 200,000t 인 경우에는 일차보간법으로 구한다.

## 9-9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정(유조선)

- DWT에 따르는 계수 J의 감소

$$J_{reduced} = J - \left( a - \frac{O_c + O_s}{4O_A} \right) \text{와 } 0.2 \text{ 중 큰 값.}$$

$a$  : DWT에 따르는 계수

DWT 200,000t 인 경우 0.25

DWT 300,000t 인 경우 0.40

DWT 420,000t 인 경우 0.50

DWT가 위 값의 중간인 경우에는 일차보간법으로 구한다.

$O_c, O_s$  : 가상 유출량

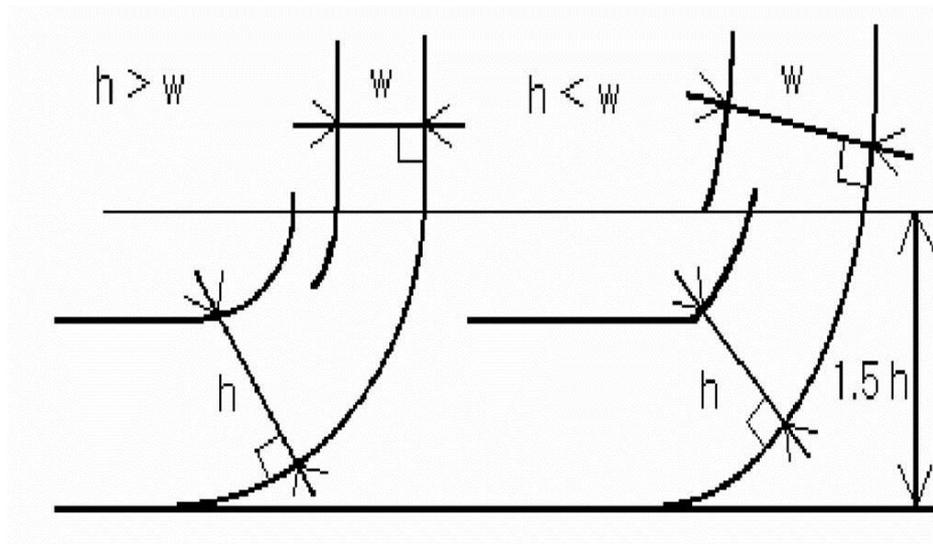
$O_A$  : 허용 유출량 (Reg. 22, 23 참조)

## 9-9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정(유조선)

- 이중 선체 요건(MARPOL 73/78 Reg. 13F)
  - 적용: DWT 600 ton이상의 oil tanker로서, 1993년 7월 6일 이후 건조계약이 이루어진 것, 또는 건조계약이 없는 경우에는 1994년 1월 6일 이후 Keel laying되거나 이와 동등의 건조 단계에 있는 것, 또는 1996년 7월 6일 이후 인도 되는 것.
  - 적용 내용: 전 화물유 탱크의 길이는 밸러스트 또는 다른 공간으로 보호되어야 한다.

## 9-9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정(유조선)

- wing tank 또는 그 구역 : 선측 외판에서 연직으로 측정한 거리  $w$  이상
  - $w=0.5+DWT/2000$  (m) 또는 2.0 (m) 중 작은 값, 단 최소값 1.0 (m)
- 이중저 탱크 또는 그 구역 : 선저 외판에서 연직으로 측정한 거리  $h$  이상
  - $h=B/15$  (m) 또는 2.0 (m) 중 작은 값, 단 최소값 1.0 (m)
- $h$ 와  $w$ 가 다른 경우, turn of bilge area에서 거리  $w$ 는 base line으로부터  $1.5h$ 보다 높은 곳에서 선택되어야 한다.



## 9-9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정(유조선)

- ballast tank 총 용적 : DWT 20,000t 이상의 crude oil tanker와 30,000t 이상의 product carrier는 Reg. 13을 충족시킬 수 있는 SBT 용량 이상이어야 한다.
- suction well : 가능한 한 작게 해야 하며, well bottom과 선저 외판 간의 거리는  $0.5h$  이상이어야 한다.

## 9-9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정(유조선)

- 충돌 및 좌초로 인한 손상의 범위와 크기 가정
  - 선측 및 선저에 있어서 평행 6면체의 3차원 손상 범위를 다음과 같이 가정
  - 선측 손상 가정

	손상 범위	비 고
길이방향( $l_c$ )	$\frac{1}{3} L_j^{\frac{2}{3}}$ 또는 14.5 m 중 작은 쪽	-
폭 방향( $t_c$ )	B/5 또는 11.5 m 중 작은 쪽	하기 만재출수선에서 중심선에 수직 방향
깊이 방향( $h_c$ )	Base Line에서 수직 상방 무한대	-

## 9-9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정(유조선)

### □ 선저 손상 크기 가정

	손상 범위	
	F, P로부터 0.3L 이내	그 외의 구역
길이방향( $l_y$ )	$L_y/10$	$L_y/10$ 과 5 $m$ 중 작은 쪽
폭 방향( $t_y$ )	B/6 또는 10 $m$ 중 작은 쪽 단, 5 $m$ 이상	5 $m$
깊이 방향( $h_y$ )	B/15 또는 6 $m$ 중 작은 쪽	

# 9-9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정(유조선)

## ■ 가상 기름 유출량

SIDE DAMAGE	$O_c = \sum W_i + \sum K_i C_i$	-
BOTTOM DAMAGE	$O_s = (\sum Z_i W_i + \sum Z_i C_i) / 3$	-
	$O_s = (\sum Z_i W_i + \sum Z_i C_i) / 4$	4개의 CENTER TANK에 선저의 손상이 미치는 경우

$W_i$  : 손상시 가정되는 wing tank 용적( $m^3$ ). 단, SBT일 경우는 0으로 간주

$C_i$  : 손상시 가정되는 center tank의 용적( $m^3$ ). 단, SBT일 경우는 0으로 간주

$$K_i = 1 - b_i / t_c$$

$b_i$ 는 wing tank의 폭

$b_i \geq t_c$ 일 때는  $K_i = 0$

$t_c$ 는 선측 손상 가정의 폭 방향 값.

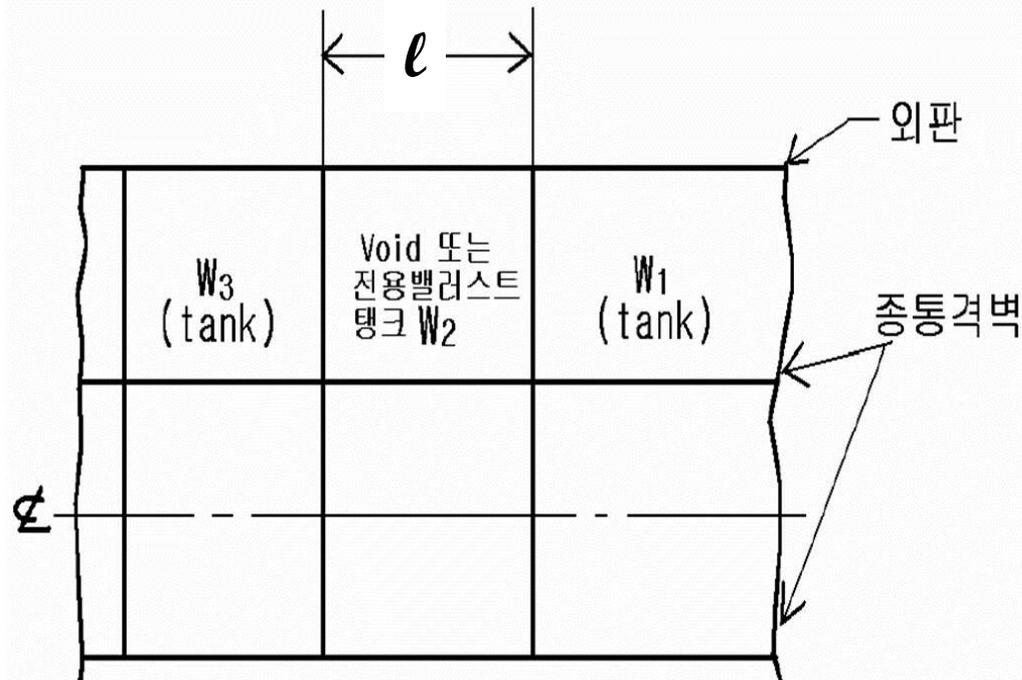
$$Z_i = 1 - h_i / v_s$$

$h_i$ 는 이중저의 최소 높이( $m$ )

$h_i \geq v_s$ 일 때는  $Z_i = 0$

## 9-9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정(유조선)

- 선측 손상 가정 길이 방향 값  $l_c$ 보다 짧은 길이  $l$ 의 빈 공간 또는 밸러스트 탱크가 현측 기름 탱크 사이에 배치되어 있을 경우에는, 가상 기름 유출량  $Q_c$ 의 손상시 가정되는 wing tank 용적  $W_i$  계산시, 인접하는 탱크  $W_1, W_3$  중 작은 쪽은  $(1-l/l_c)$ 를 곱한 값으로 계산



## 9-9. 화물구역 및 제 탱크 배치 결정(유조선)

### ■ Slop tank

- 화물유 탱크를 씻은 물이나 더러운 밸러스트를 버릴 때는, 해면이 기름으로 오염되지 않도록, 유수분리를 한 뒤에, 깨끗한 해수만 바다에 더리고, 유분은 그대로 탱크에 남겨두었다가 그 위에 다시 원유를 실는다.
- 이 때, 더러운 물의 유수분리를 하는 탱크를 Slop Tank라 함.
- 만재시에는 화물유 탱크로 사용
- 용량은 화물유 탱크의 2%이상(MARPOL 73 Reg. 15)
- DWT 70,000 ton을 넘을 경우, slop tank가 적어도 2개 이상 배치