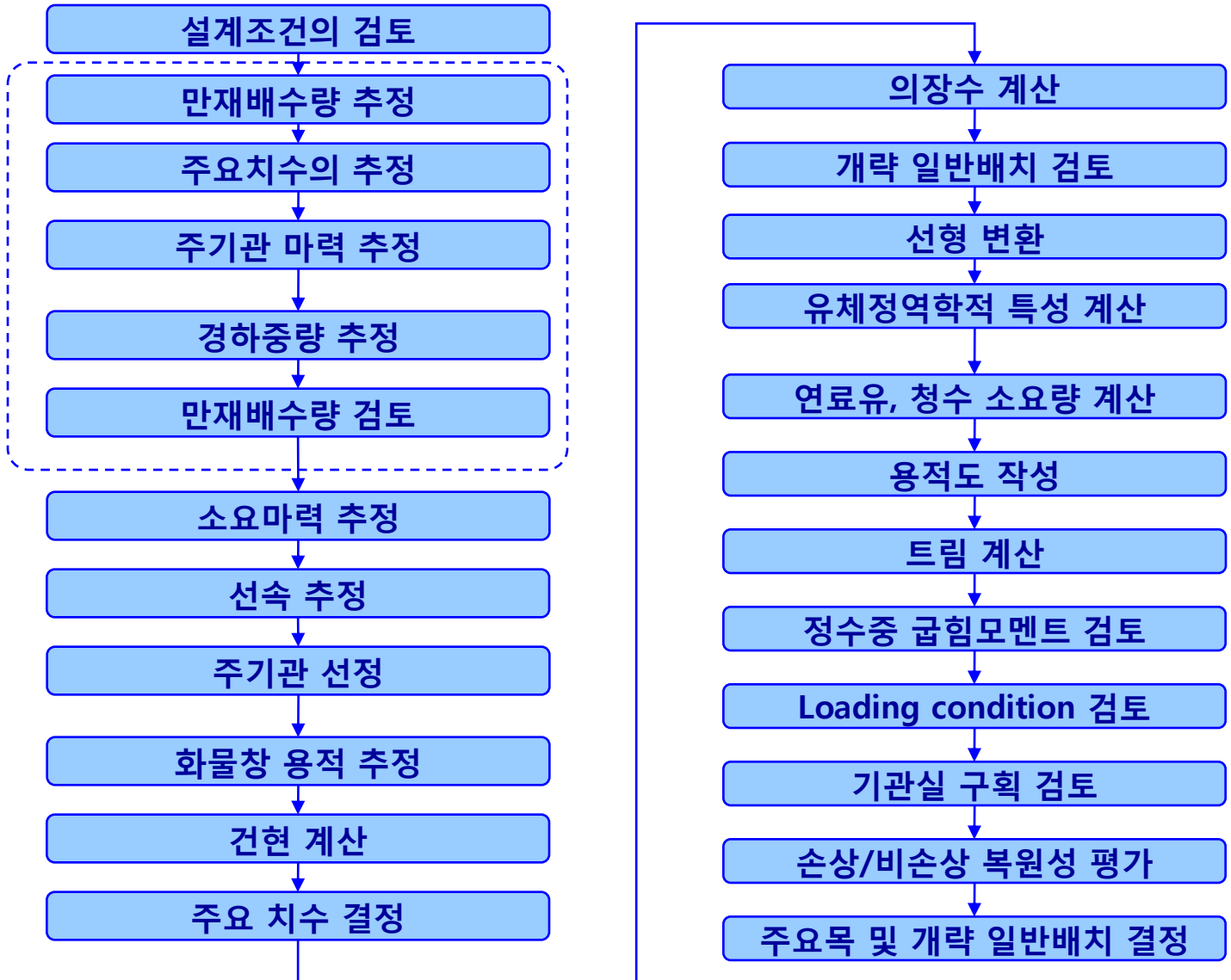

6. 주요 치수의 선정

2016년 상반기
김수영

6-1. 주요요목과 개략 일반 배치의 결정

주요치수 짝의 선정 과정



6-2. 주요치수 짝의 선정 과정

- ① 주어진 재화중량으로부터 만재배수량 추정
- ② 만재배수량으로부터 길이를 추정
- ③ 폭의 추정
- ④ 계획 만재흘수의 추정
- ⑤ 깊이의 추정
- ⑥ 방형계수의 추정
- ⑦ 주요치수 짝의 선정
- ⑧ 개략 마력 추정
- ⑨ 경하중량의 추정
- ⑩ 만재배수량 계산과 주요치수 짝의 선정
- ⑪ 주요치수와 선박성능과의 관계

6-3. 재화중량으로부터 만재배수량 추정

- 충분한 실적선 자료로부터 만재배수량(Full Load Displacement) 과 재화중량(Deadweight, DW) 사이의 관계를 나타낸 경험식은 Table 1)과 같다.

Table 1) 개략적인 선종별 DWT/Displacement(Δ) 추정식

Type of ships	Approximate DWT/Displacement(Δ)	
General cargo ship	$k = 0.26 \sim 0.29$	$k \times (DWT/1000)^{0.045} / Fn^{0.54}$ [DWT > 5,000 tonnes]
Container vessel	$k = 0.25 \sim 0.27$	
Car carrier/Ro-Ro	$k = 0.22 \sim 0.25$	
Multi-purpose/Heavy cargo ship	$k = 0.27 \sim 0.28$	
Bulk carrier	$(0.69 \sim 0.71) \times (DWT/1000)^{0.046}$	
Tanker	0.97 ~ 0.98	

계산 예

계산 예(방법 ①: 설계선의 선종과 재화중량, 만재배수량, F_n 를 알 경우)

설계선의 요구 재화중량톤수가 8000 톤이고, $F_n = 0.3$ 이면,

$8000/\Delta = k \times (8000/1000)^{0.045} / 0.3^{0.54}$ 이므로,

$$\Delta = \frac{8000}{k \times (8000/1000)^{0.045} / 0.3^{0.54}} \text{이 된다.}$$

여기에 선종별 계수 k 의 범위를 넣으면 만재배수량의 범위를 구할 수 있다.

설계선이 컨테이너선이라면, $k = 0.25 \sim 0.27$ 이므로,

$$\Delta = 14084.2 \text{ ton} \sim 15210.9 \text{ ton}$$

계산 예

계산 예(방법 ②)

설계선의 요구 재화중량본수가 8000 톤이고, $F_n = 0.3$ 이며,

기준선의 재화중량본수가 6000톤이고, $F_n = 0.3$, $\Delta = 11330$ ton이면,

기준선 자료를 추정식에 대입하면,

$6000/11330 = k \times (6000/1000)^{0.045} / 0.3^{0.54}$ 이므로,

$$k = \frac{6000/11330}{(6000/1000)^{0.045} / 0.3^{0.54}} = 0.255 \text{ 이다.}$$

기준선에서 계산한 계수 k 가 설계선에서도 같다고 가정하여,

$$DWT/\Delta = k \times (DWT/1000)^{0.045} / F_n^{0.54}$$

$$8000/\Delta = 0.255 \times (8000/1000)^{0.045} / 0.3^{0.54}$$

$$\Delta = \frac{8000}{0.255 \times (8000/1000)^{0.045} / 0.3^{0.54}} \text{ 이 된다. 계산하면,}$$

$$\Delta = 14912.7 \text{ ton}$$

6-4. 만재배수량으로부터 길이의 추정

- 길이의 개략적인 추정 값은 배수량을 이용하여 $C=L/\Delta^{1/3}$ 으로 나타낸 식으로부터 구한다.

Table 2) 개략적인 선종별 $C=L/\Delta^{1/3}$ 추정식

Type of ships	Approximate $C=L/\Delta^{1/3}$	
Cargo ship	$(2.9 \sim 3.1) \times (V_s/\Delta^{1/6})^{0.5}$	
Container vessel	$B < 32.2 m$	5.8 ~ 6.1
	$B = 32.2 m$	$4.7 + 0.03 \times (\Delta/1000)$
Bulk carrier	4.7 ~ 5.2	
Tanker	4.7 ~ 5.0 or $(3.9 \sim 4.1) \times (V_s/\Delta^{1/6})^{0.27}$	

계산 예

계산 예

벌크화물선의 설계시,

방법 ①

설계선의 추정 만재배수량이 14900 ton일 때,

$$C = L / \Delta^{1/3} = 4.7 \sim 5.2$$

$$L = (4.7 \sim 5.2) \times \Delta^{1/3} = (4.7 \sim 5.2) \times 14900^{1/3} = 115.65m \sim 127.96m$$

방법 ②

벌크화물선의 설계시, 기준선의 길이가 109.6 m, 만재배수량이 11200 ton이고,
설계선의 추정 만재배수량이 14900 ton일 때,

$$C = L / \Delta^{1/3} = 109.6 / 11200^{1/3} = 4.9 \text{이므로,}$$

$$L = C \times \Delta^{1/3} = 4.9 \times 14900^{1/3} = 120.58m$$

6-5. 폭의 추정

- 폭은 복원성 확보 견지에서 깊이와 관련하여 정해진다. 폭이 커지면 복원성능이 증가하고, 선체중량 증가에 비하여 크게 재화중량을 늘릴 수 있다. 그러나 폭이 과도하게 커지면 횡동요 견지에서 바람직하지 못하고 또한 저항증가와 내항성능이 저하한다.
- 선종별 주요치수의 관계는 Table 3)과 같다.

Table 3) 개략적인 선종별 주요치수 관계

Type of ships	L/B	B/d	L/D	B/D
Tanker	5.3 ~ 6.0	3.0 ~ 3.5	9.8 ~ 12.4	1.6 ~ 2.2
Bulk carrier	5.6 ~ 6.8	2.6 ~ 2.9	10.1 ~ 12.8	1.5 ~ 2.2
Container ship	5.2 ~ 9.0	2.6 ~ 3.0	9.0 ~ 13.0	1.4 ~ 1.9

- 파나마운하를 지나는 선박의 경우, 배 폭이 최대 32.24 m까지 증가가 가능하다.
- 이러한 경우 L/B 의 값이 허용범위 내에 들지 않을 수도 있다.

6-6. 계획 만재흘수의 추정

- 계획 만재흘수는 취항 항로에 따라 제한이 지정되는 경우도 있으나 그렇지 않은 경우의 견현, 비손상 . 손상 복원성 등과 관계가 있다. Table 4)는 만재흘수 추정식이다.

Table 4) 개략적인 만재흘수 추정식

Type of ships	Approximate design draft
Cargo ship	$3.72 \times (DWT/1000)^{0.32} \sim 3.95 \times (DWT/1000)^{0.33}$
Bulk carrier/Tanker	$3.05 \times (DWT/1000)^{0.35}$

6-7. 깊이의 추정

- 깊이(D)는 계획 흘수에 대한 최소 건현의 확보에서 결정 될 수 있으며, 구조중량에 대한 깊이 증대의 영향은 적으며, 특히 흘수 제한이 없는 경우는 깊이의 조절이 선가 절감의 가장 유효한 수단이다.
- 과도한 깊이의 증가는 수두 증가로 인하여 Rule에서 요구하는 국부 보강을 맞추다 보면 종강도가 커져 비경제적인 설계가 될 수 있으며, 복원성 관점에서 GM이 나쁠 수 있다.
- 깊이를 결정하는 과정은 우선 가정을 한 뒤 건현과 화물창용적, 복원성을 각각 검토하여 가정을 확인한다. 개략적인 깊이 추정식은 아래와 같다.

$$D = d / (0.685 + 0.00028 \cdot L)$$

6-8. 방형계수의 추정

- C_b 를 크게 선정하면 선체 주요치수를 작게 할 수 있으나 저항 추진 성능이 나빠져 기관마력이 커지고 이에 따라 연료 소모량이 증가하게 된다.
- C_b 는 Frude number에 대해서 조파저항계수가 비교적 급격히 커지기 시작하는 값보다 조금 작은 쪽의 값을 선정하여야 한다.

Table 5) 개략적인 C_b 추정식

	Approximate C_b	
Yamagata 식	$Fn < 0.24$	$C_b = 1.036 - 1.46 \times Fn$
	$Fn > 0.24$	$C_b = 3.116 - 10.15 \times Fn$
	$Fn > 0.267$	$C_b = 0.40$
Ayre 식	$Fn > 0.18$	$C_b = 1.0 - 1.41 \times Fn$
Telfer 식	$C_b = 1.0 - 1.26 \times (B/L + 1) \times Fn$	

6-9. 주요치수 짝의 선정

- L, B, D, d, Cb를 추정된 결과를 바탕으로 주요치수 짝을 선정
- 주요치수의 짝을 선정하는 방법
 - 방법 ①
 - 개략 추정식의 범위를 일정한 간격으로 나뉘서 주요치수 짝들을 조합한다.
 - 개략적 선종별 주요치수 상관관계를 통하여 허용되지 않는 주요치수 짝들을 제거하고 주요치수 짝을 선정을 마친다
 - 방법 ②
 - 기준선의 값을 이용해 주요치수들의 범위가 아닌 단일 값으로 주요치수의 짝을 선정한다.
 - 선종별 주요치수 상관관계에 적합하지 않을 경우 부분적으로 값을 수정하여 새로운 주요치수 짝을 얻는다.

6-10. 개략 마력 추정

■ Admiralty 계수에 의한 방법

- 유사선형의 시운전성적 또는 수조시험성적의 결과를 속장비를 가로축으로 잡고 admiralty 계수를 세로축으로 잡아서 정리해 놓으면, 계획선의 배수량과 속력이 주어졌을 때, 같은 속장비에서는 이 같은 값이 된다고 생각하여

$$P_s = \frac{\Delta^{2/3} \cdot V^3}{C_{adm}}$$

으로부터 마력을 계산한다.

6-10. 개략 마력 추정

■ 수조시험에 의한 방법

- 계획선의 축척모형을 사용하여 수조시험을 하고, 그 결과를 이용해서 실선의 마력을 추정하는 방법이며, 가장 정확한 방법이다. 그러나 그 결과에 따라 선형계획을 다시 하는 것은 시간적으로 불가능한 경우가 많으므로, 초기계획의 확인 밖에 할 수 없는 것이 결점이다.

■ 계산도표에 의한 방법

- 계산도표를 사용하여 설계선의 유효마력과 추진계수를 추정해서 소요마력을 구하는 방법이다.

■ 유사선의 자료에 의한 방법

- 설계선과 주요요목이 비슷한 배의 수조시험결과나 시운전의 해석결과를 얻을 수 있는 경우에는, 그 자료들을 다음과 같은 방법으로 적당히 수정하면, 설계선의 마력 곡선을 상당히 정확하게 추정할 수가 있다.

7. 중량 추정

2016년 상반기
김수영

7-1. 주요 중량 그룹

- 만재배수량(full load displacement) =
경하중량 + 재화중량
- 경하중량(LWT, light weight tonnage)
 - 선각 중량(net hull steel weight)
 - 의장품 중량(wood and outfit weight)
 - 기관부 중량(machinery weight)
 - 기타 마진(margin)
- 재화중량(DWT, dead weight tonnage)
 - 화물(cargo)
 - 승객 및 승객의 짐(passengers and passengers' effect)
 - 연료(fuel)
 - 윤활유(LO, lubricating oil)
 - 예비급수(RFW, reserved feed water)
 - 물(fresh water, sanitary sea water)
 - 승무원 및 승무원의 짐(crew and crew's effect)
 - 창고품(stores: provision and running)

7-2. 경하중량의 대략적인 추정법

■ 재화중량계수의 추정

- 주어진 재화중량으로부터 재화중량계수(DW/Δ)를 추정

선종	DW/Δ
대형 컨테이너선	$(0.25 \sim 0.26) \cdot (DW/10^3)^{0.045} / (Fn)^{0.45}$
Bulk Carrier (ordinary type)	$(0.69 \sim 0.71) \cdot (DW/10^3)^{0.046}$
Bulk Carrier (open bulk type)	$0.67 \cdot (DW/10^3)^{0.046}$
탱커	$(0.97 \sim 0.98) \cdot 0.725 \cdot (DW/10^3)^{0.034}$
광석 · 원유 운반선	$0.715 \cdot (DW/10^3)^{0.034}$

v_s / \sqrt{Lg} : 프루드수(Froude Number)
 V_s : 항해속도(service speed, m/s)

7-2. 경하중량의 대략적인 추정법

- L, B, D, Fn를 이용한 경하중량 추정

선종	경하중량 추정용 약산식
일반 화물선	$260 \cdot (L \cdot B \cdot D/10^3)^{0.80} \cdot \{1+4(Fn - 0.20)\}$
Bulk Carrier	$(260\sim275) \cdot (L \cdot B \cdot D/10^3)^{0.78}$
대형 컨테이너선	$(325\sim350) \cdot (L \cdot B \cdot D/10^3)^{0.80}$, $Fn \approx 0.27$
RO/RO 화물선	$(185\sim200) \cdot (L \cdot B \cdot D/10^3)^{0.92}$, $Fn \approx 0.25$
다목적선	$(290\sim320) \cdot (L \cdot B \cdot D/10^3)^{0.80} \cdot \{1+4(Fn - 0.20)\}$
대형 탱커	$(1.0\sim1.1) \cdot (7.2 - 0.0015 L) \cdot (L^2 \cdot B/10^3)$ + (10~15%) for 'with double bottom'
광석 운반선	$(0.90\sim0.96) \cdot (L/10)^{1.8} \cdot (B+D)$
광석 · 원유 운반선	$(0.98\sim1.02) \cdot (L/10)^{1.8} \cdot (B+D)$

7-3. 세부 중량 추정을 통한 경하중량의 추정

- 선체의 구성요소를 크게 선각, 선체의장, 기관부로 나누어 각각을 추정한다.
- 선각중량의 추정

Type of ships	Approximate Hull steell weight(W_s)
General cargo ship	$(40 \sim 41) \times L^{1.6} \times (B+D) \times C_b^{0.5} \times k / 10^3$ $k = 0.97(\text{single deck}), 1.0(2 \text{ decks}), 1.04(3 \text{ decks})$
Bulk carrier	$(35 \sim 36) \times L^{1.6} \times (B+D) / 10^3$ <약 +15% for Open bulk type with heavy gears>
Large container	$(50 \sim 54) \times L^{1.6} \times (B+D) \times C_b^{0.5} / 10^3$
Tanker	$(6.1 \sim 6.3) \times (L^2 \times B / 10^3)$, 고장력강 사용시 $35 \times L^{1.6} \times (B+D) / 10^3$, for DWT<80,000 tonnes <약 +5% for double bottom>

선각중량 계산 예

계산 예

방법 ①

선종이 벌크화물선이고, 길이가 150 m, 폭이 32m, 깊이가 19 m인 선박의 선각 중량은

$$\begin{aligned}W_s &= (35 \sim 36) \times L^{1.6} \times (B+D)/10^3 = (35 \sim 36) \times 150^{1.6} \times (32+19)/10^3 \\ &= 5412.3 \text{ ton} \sim 5567 \text{ ton}\end{aligned}$$

방법 ②

선종이 벌크화물선이고, 기준선의 길이가 140 m, 폭이 30m, 깊이가 17m이고, 선각 중량이 4402.7 ton이고, 설계선의 길이가 150 m, 폭이 32m, 깊이가 19 m이면, 기준선 자료가 있으므로, 계수의 범위 대신 계수를 미지수로 놓고,

$W_s = k \times L^{1.6} \times (B+D)/10^3$ 에서,

$$k = \frac{W_s}{L^{1.6} \times (B+D)/10^3} = \frac{4402.7}{140^{1.6} \times (30+17)/10^3} = 34.5$$

그러므로 설계선의 선각 중량은,

$$W_s = k \times L^{1.6} \times (B+D)/10^3 = 34.5 \times 150^{1.6} \times (32+19)/10^3 = 5335 \text{ (ton)}$$

7-3. 세부 중량 추정을 통한 경하중량의 추정

- 선체의장중량은 선박의 길이(L)와 폭(B)의 함수인

$$W_o = k_o \times (L \times B).$$

로 나타낼 수 있다.

Type of ships	Approximate $k_0 = W_o / (L \times B)$
General cargo ship	0.40 ~ 0.45
Bulk carrier	0.16 ~ 0.18(for no gear), 0.24 ~ 0.31(for with gear)
Large container	0.30 ~ 0.35
Tanker	0.16 ~ 0.19

선체의장중량 계산 예

계산 예

방법 ①

탱커 설계시, 선박의 길이가 310m, 폭이 42m이면,

$$k_0 = W_o / (L \times B) = 0.16 \sim 0.19 \text{에서,}$$

$$W_o = k_o \times (L \times B) = (0.16 \sim 0.19) \times 310 \times 42 = 20832(\text{ton}) \sim 24738(\text{ton})$$

방법 ②

탱커 설계시, 기준선의 선박의 길이가 165m, 폭이 32m, 선체의장중량이 950 ton이고, 설계선의 선박의 길이가 170m, 폭이 32m이면,

$$k_o = 950 / (165 \times 32) = 0.18$$

그러므로 설계선의 선체의장중량은

$$W_o = k \times (L \times B) = 0.18 \times (170 \times 32) = 979.2$$

7-3. 세부 중량 추정을 통한 경하중량의 추정

- 기관부 중량은 개략적으로 주기관의 마력(MCR) 기준으로 추정한다.
- 주기관의 마력은 『개략 마력 추정』에서 구한 값을 사용한다.

Type of ships	Approximate W_m/MCR
Diesel, Cargo vessel	0.065 ~ 0.070 for MCR < 5000 PS 0.045 for MCR < 2000 PS
Tanker	0.07 ~ 0.08 for Diesel 0.055 for Turbine
Small Tanker	0.055 for MCR < 2500 PS

- MCR (Maximum Continuous Rating): 최대연속 정격출력
 - 선박에 장비된 주기를 안전하게 연속하여 발생시킬 수 있는 최대출력.

기관부 중량 계산 예

계산 예

방법 ①

탱커 설계시, 주기관 마력(MCR)이 6000 PS이면,

$$W_m/MCR = 0.065 \sim 0.070 \text{에서}$$

$$W_m = (0.065 \sim 0.070) \times MCR = (0.065 \sim 0.070) \times 6000 = 390(\text{ton}) \sim 420(\text{ton})$$

방법 ②

탱커 설계시, 기준선의 기관부 중량이 374 ton이고, 주기관 최대출력이 5500 PS이고, 그러므로 설계선의 최대출력이 6500 PS이면,

기준선의 경우,

$$W_m/MCR = 374/5500 = 0.068$$

그러므로 설계선의 기관부 중량은

$$W_m = 0.068 \times MCR = 0.068 \times 6500 = 442(\text{ton})$$

만재배수량 계산과 주요치수 짝의 선정

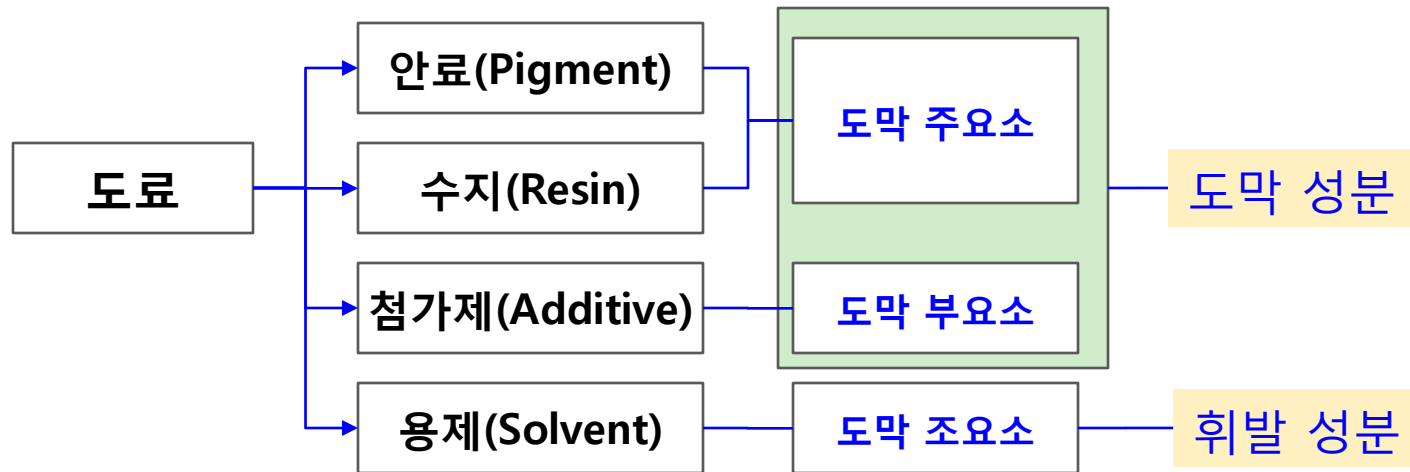
- 앞에서 계산한 각 부분별 중량의 합으로 경하중량을 추정한다.

$$\text{경하중량} = \text{선각중량} + \text{선체의장부 중량} + \text{기관부 중량}$$

- 추정한 경하중량에 설계요구 조건인 재화중량을 더하여 만재배수량을 계산한다.
- 계산된 만재배수량과 처음에 추정한 만재배수량 (재화중량과의 관계로 추정한)과의 차이가 허용 오차 범위 내이면 주요치수의 짝을 결정하고, 차이가 허용오차보다 크면 주요치수를 수정하여 과정을 반복한다.

7-4. 도료 중량 추정

- 도료는 크게 안료(Pigment), 수지(Resin), 첨가제(Additive), 용제(Solvent)의 4가지 성분으로 구성됨



- 도장 수명 기여 요인

요인 분류	기여율
표면 처리(소지 조성)	50%
도막 두께	20%
도료의 성능	5%
기타(도장 환경, 수련도)	25%

7-4. 도료 중량 추정

■ 도장 관련 용어

□ 습도막 두께(WFT, Wet Film Thickness)

: 도료를 도장한 건조되지 않은 상태의 두께

□ 건조막 두께(DFT, Dry Film Thickness)

: 도료를 도장한 후 용제가 증발하고 난 뒤의 불휘발성 성분들이 소지면에 건조된 상태로 일정한 막을 형성할 때의 두께, 각 도료의 수지 및 안료의 특성에 따라 도막 두께는 차이가 있음

□ 고휘 용적비(SVR, Solid Volume Ratio)

: 도료의 양 중 휘발성분인 용제의 부피를 제외한 전체도료에 대한 비율, 건조도박의 두께를 형성하는 양.

□ 최소 규정 도막

: 피도체의 보호와 도막의 성능을 발휘하기 위해서는 최소 규정 도막 이하로 도장되어서는 안되며, 규정 도막의 80% 이하가 안되게 하고, 전체 면적의 5%이하가 규정 도막 이하가 되지 않게 도장해야 한다.

7-4. 도료 중량 추정

- 표면 조도에 의한 손실
 - 연마재를 이용하여 Blasting한 강재에 도장 후 도막을 Elcometer로 측정할 때 표면 거칠기에 따라 도료의 손실이 일어남

표면 조도	건도막 손실
0 ~ 50 μm	10 μm
50 ~ 100 μm	35 μm
150 ~ 300 μm	125 μm

- 도장 환경에 의한 손실

장 소	손실율
통풍이 잘되거나 밀폐된 곳	5 %
노천, 바람이 없는 곳	5 ~ 10 %
노천, 바람이 부는 곳	20 %

7-4. 도료 중량 추정

■ 도장방법에 의한 손실

도장 방법	도료 손실
에어 스프레이 도장	29 ~ 40%
가열 에어 스프레이 도장	15 ~ 30%
에어리스 스프레이 도장	10 ~ 20%
정전 스프레이 도장	5 ~ 15%
Brush 도장 및 Roller 도장	4 ~ 8%

구분	Brush 또는 Roller로 도장할 때의 손실	Spray로 도장할 때의 손실
간단한 구조물	5 %	20 %
복잡한 구조물	10 ~ 15 %	60 % (1회 도장) 40 % (2회 도장) 30 % (3회 도장)

7-4. 도료 중량 추정

■ 도포율 계산

■ 도료량의 실제 계산

문) 주제, 경화제로 되어있는 Paint를 2회 도장할때 밀폐된 공간에서 Shop Blasting한 후 Shop Primer된 강재에 125 μm 씩, 총두께 250 μm 을 도장한다고 할 경우 이론도포율이 5.2 m^2/ℓ 라면 실제 도포율은?

● 1회 도장시 125 μm 도장하면

· 표면거칠기에 의한 손실 : 10 μm

· 도장방법에 의한 손실 : 40 %

$$125 \times 0.4 \quad \frac{50 \mu\text{m}}{185 \mu\text{m}(125 + 10 + 50)}$$

· 도장환경에 의한 손실 : 5 % ,

$$185 \times 0.05 \quad \frac{9.25 \mu\text{m}}{194.25 \mu\text{m}(185 + 9.25)}$$

· 도료자체에 의한 손실 : 10 % ,

$$194.25 \times 0.1 \quad \frac{19.42 \mu\text{m}}{213.67 \mu\text{m}(194.25 + 19.42)}$$

· 초과사용량 $213.67 - 125 = 88.67 \mu\text{m}$

· 초과 사용 Paint $\frac{88.67}{125} \times 100 = 70.9\%$

7-4. 도료 중량 추정

■ 도포율 계산

- 2회 도장할 때 125 μm 도장하면

- 표면거칠기에 의한 손실 0 μm

- 도장방법에 의한 손실 : 40 %

- 도장환경에 의한 손실 : 5 %

- 도료자체에 의한 손실 : 10 %

- 초과사용량 $202.12 - 125 = 77.12 \mu\text{m}$

- 초과 사용 Paint $\frac{77.12}{125} \times 100 = 61.7\%$,

$$125 \times 0.4 \quad \frac{50 \mu\text{m}}{175 \mu\text{m}(125 + 50)}$$

$$175 \times 0.05 \quad \frac{8.75 \mu\text{m}}{183.75 \mu\text{m}(175 + 8.75)}$$

$$183.75 \times 0.1 \quad \frac{18.37 \mu\text{m}}{202.12 \mu\text{m}(183.75 + 18.37)}$$

$$\text{Total 손실} \quad \frac{(70.9 + 61.7)}{2} = 66.3\%$$

7-4. 도료 중량 추정

■ 도포율 계산

즉, 2회 도장하는데 이론도포율로 계산한 물량보다 66.3 % 더 소요된다. 이론도포율이 5.2 m²/ℓ이지만, 5.2m²도장하는데 필요한 실제 소요량은 1.66ℓ이므로,

$$\text{실제도포율} = \frac{5.2}{1.66} = 3.13 \text{ m}^2/\ell$$

현장에서는 이론도포율과 실제도포율과의 차를 백분율로 나타낸 Loss Factor를 사용한다.

$$\text{LossFactor} = \frac{(5.2 - 3.13)}{5.2} \times 100 = 40\%$$

$$\text{참고) 실제도포율} = \frac{\text{이론도포율}}{(100 + \text{Total손실율})} \times 100$$

$$\text{예) } \frac{5.2}{(100 + 66.3)} \times 100 = 3.1$$

소요량 계산 : 면적 ÷ 실제소요량 = 소요도료 총량

$$\text{예) } 1,500 \text{ m}^2 \div 3.1 = 483.9 \ell$$

7-4. 도료 중량 추정

■ 도포율에 의한 도료 중량 추정

- 도장하고자 하는 도료의 SVR(%)을 알고, 도장면적(Area)을 도막 두께(DFT)(micro)로 도장할 때의 예상 도료 소요량은?
이때 Loss율은 40%로 한다.

■ 도료 중량 추정

- 이론 도포율 = $SVR \times 10 / DFT$ [m²/리터]
- 125 μ m 기준, 이론 도포율은 4~6 [m²/리터]
- 실제 도포율 = 이론 도포율 x (1-Loss율) [m²/리터]
- 도포면적 = 도장면적/실제 도포율 = Area/실제 도포율 [리터]
- 도포중량 = 도포면적 x 도료비중(보통 1.5) [Kg]

7-4. 도료 중량 추정

■ 도장면적 구하기(1)

- $\text{Area} = 11.364 \times \text{COE} + 454.55$ [m^2] ($\text{COE} < 29000$)
- $\text{Area} = 13 \times \text{COE} - 47000$ [m^2] ($\text{COE} \geq 29000$)
- $\text{COE} = L_{pp} \times (B+D) + \text{격벽수} \times B \times D$

■ 도장면적 구하기(2)

- $\text{Area} = \text{WSA}(\text{침수표면적}) \times 15$

8. 성능 추정과 선형

2016년 상반기
김수영

8-1. 길이의 증감이 선박성능에 미치는 영향

■ 길이와 저항과의 관계

- 선박의 잉여저항은 프루드수(F_n)의 함수이며, 마찰저항은 레이놀드수(R_n)의 함수이므로, 선박의 저항에 가장 큰 영향을 미치는 치수는 길이이다.
 - $F_n = V/\sqrt{gL}$
 - $R_n = (VL)/\nu$
 - V 는 선속, L 은 선박의 길이, g 는 중력가속도, ν 는 동점성계수
- 길이가 길어지면 일반적으로 저항(특히 잉여저항)이 감소한다.
- 고속선은 잉여저항의 비율이 높아지므로 더욱 길이와 저항곡선의 관계를 잘 고려해야 한다.

8-1. 길이의 증감이 선박성능에 미치는 영향

- 길이가 강도에 미치는 영향
 - 종방향 응력은 길이의 제곱에 비례한다.

$$\sigma \propto L^2$$

- 길이가 증가되면 경하중량이 증가하며, 이는 선가가 비싸질 뿐만 아니라 재화중량의 감소로 이어진다.
- 일반적으로 길이가 최소일 때 재화중량계수(DW/Δ)는 최대가 되어서 경제성이 극대화된다.

8-1. 길이의 증감이 선박성능에 미치는 영향

■ 길이와 복원성의 관계

- 길이가 증가되면 횡메타센터 반지름이 증가하여 GM이 다소 커지게 되므로 복원력이 다소 증가한다.
- 폭(breadth)의 영향에 비하면 매우 작다.

■ 길이의 기타 영향

- 길이가 증가하면 일반배치가 쉬워진다.
- 내해성 측면에서 길이가 증가하면 피칭(pitching)이 감소하며, 조종성 측면에서는 길이가 증가할 때 선회 성능이 떨어지는 반면, 보침성은 증가한다.
- 길이가 증가되면, 표정건현이 감소된다.

8-2. 폭의 증감이 선박성능에 미치는 영향

- 폭의 변화가 복원성에 미치는 영향
 - 복원성의 척도가 되는 메타센터높이(GM)는 대략 B^2 에 비례하면서 폭의 변화에 따라 급격히 변화된다.
- 폭의 변화가 저항에 미치는 영향
 - 폭이 증가되면 길이가 감소되는 것과 같은 효과가 있으므로, 저항이 약간 증가된다.
- 폭의 변화가 미치는 기타 영향
 - 폭 B 가 증가하면 GM이 급격히 증가($BM \propto B^2/d$)하므로, 횡동요주기(roll period: $TR \propto B/\sqrt{GM}$)가 급속도로 짧아진다.

8-3. 흘수의 증감이 선박성능에 미치는 영향

■ 흘수

- 저항: 일반적으로 흘수가 증가되면 전체 저항은 다소 감소된다.
- 복원성: 흘수가 증가되면 무게중심과 부심이 동시에 상승하는데 이때 KG의 증분량보다 KB의 증분량이 다소 큰 경향이 있다. 따라서 흘수가 증가되면 결국 GM이 약간 증가되므로, 복원성 향상의 효과가 있게 된다.
- 강도: 흘수가 커지면 종방향 응력이 커진다.
- 보침성: 흘수가 커지면 보침성을 향상시킨다.
- 트림: 흘수 변화는 트림에 영향을 준다.

8-4. 깊이 및 건현의 증감이 선박성능에 미치는 영향

■ 깊이

- 깊이의 변화가 선박성능에 미치는 영향은 일반적으로 건현 및 흘수를 함성시킨 효과가 있다.
- 강도: 깊이의 증가는 종방향 응력을 감소시킨다.
- 복원성: 건현 및 흘수 값에 따라 영향이 변한다.

■ 건현

- 상선에서 건현이 높다는 것은 화물을 적게 적재하는 것을 의미하므로 되도록 요구건현에 만족하는 최소 크기로 만드는 것이 바람직하다.
- 건현의 증가는 동 복원성을 향상시키고, 폭의 감소효과로 인하여 복원정(GZ)이 감소된다.
- 선수 갑판의 그린워터를 감소시키고, 대각도 경사 때의 복원력을 향상 시킨다.
- 건현의 증가는 배수량의 감소효과가 있다.

8-5. 주요치수비와 선박성능과의 관계

- L/B - 저항, 추진성능, 직진성능, 일반배치, 종강도 등에 영향을 준다. (일반적으로 $5.3 \leq L/B \leq 7.0$)
- B/d - 저항, 추진성능(너무 크면 잉여저항 값이 상승), 조종성, 복원성능(작으면 복원성능이 문제)에 영향을 준다. ($2.25 \leq B/d \leq 3.75$)
- F/B - 복원성에 지대한 영향을 준다.
- L/d - 종강도, 저항, 추진성능, 직진성능에 영향을 준다.
- d/D - 내파성능에 영향을 준다.
- B/D - 복원성능에 결정적 영향을 준다. ($1.4 \leq B/D \leq 2.2$)
- L/D - 종강도에 결정적 영향을 준다. ($9.0 \leq L/D \leq 13.0$)

