



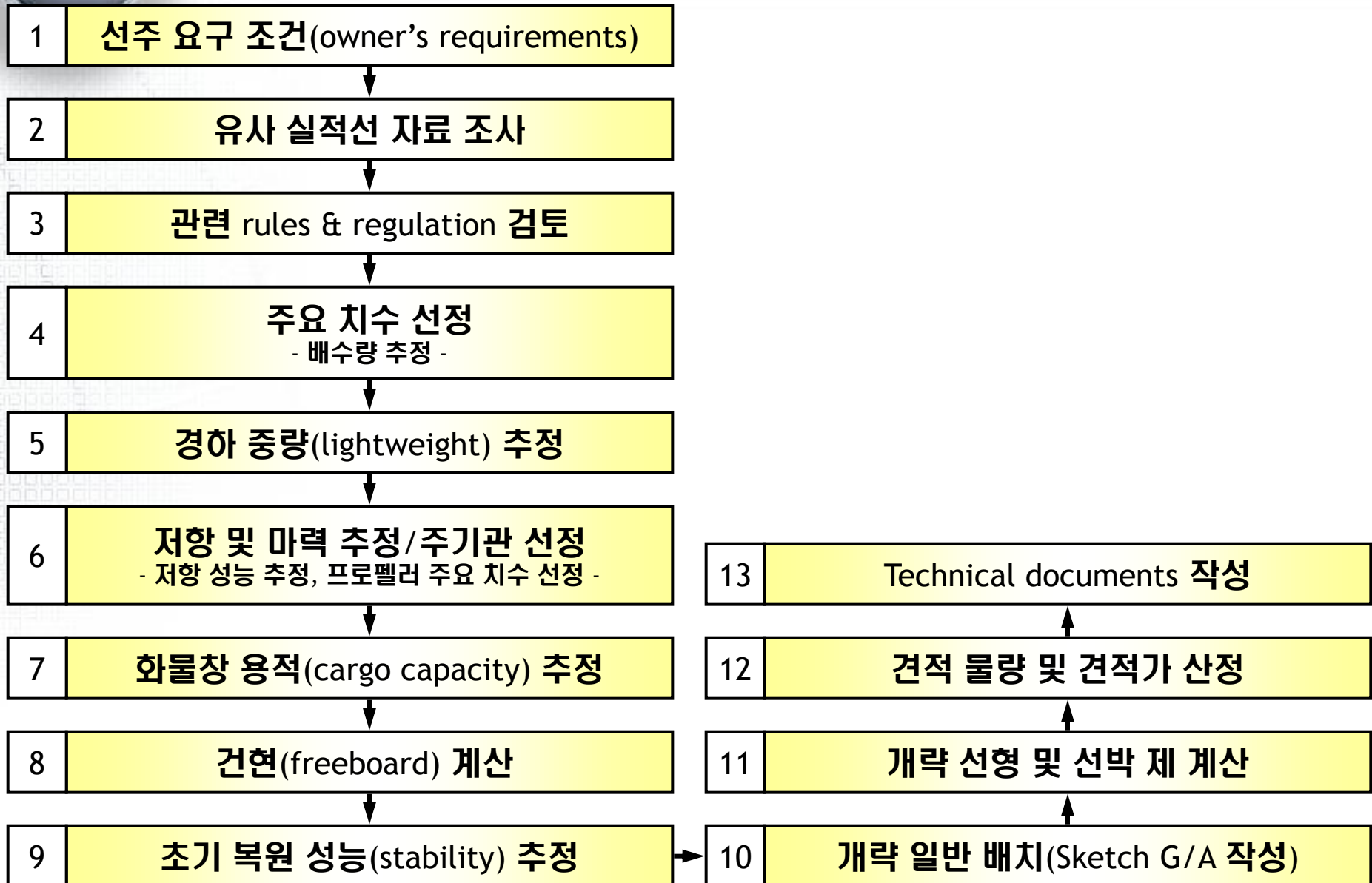
Selection of Main Engine (주기관 선정)

2008.4

서울대학교 조선해양공학과
이규열

선박 개념 설계의 순서

PART 1	선박의 개요
	선박의 종류
	조선 주요 과정
	선박 개념 설계
	VLCC 개념 설계 예



1 선주 요구 조건(owner's requirements)

2 유사 실적선 자료 조사

3 관련 rules & regulation 검토

4 주요 치수 선정
- 배수량 추정 -

5 경하 중량(lightweight) 추정

6 저항 및 마력 추정/주기판 선정
- 저항 성능 추정, 프로펠러 주요 치수 선정 -

7 화물창 용적(cargo capacity) 추정

8 건현(freeboard) 계산

9 초기 복원 성능(stability) 추정

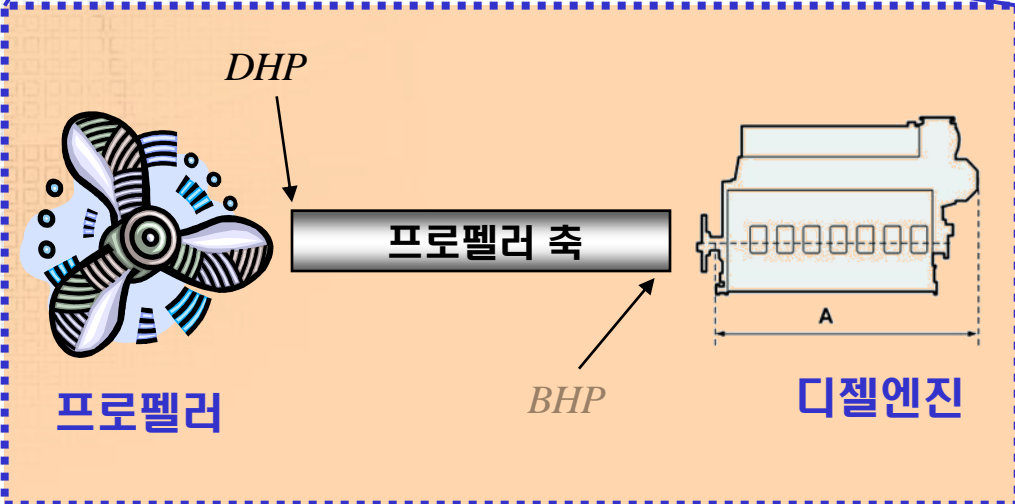
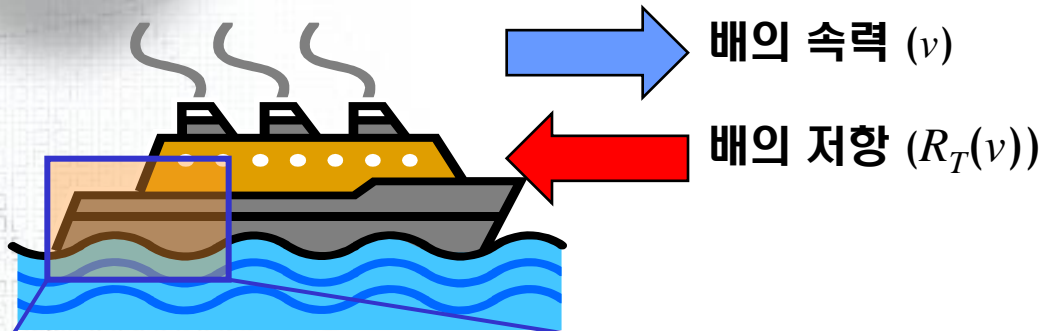
13 Technical documents 작성

12 견적 물량 및 견적가 산정

11 개략 선형 및 선박 제 계산

10 개략 일반 배치(Sketch G/A 작성)

주기관 마력 추정



① EHP (Effective Horse Power)

$$EHP = R_T(v) \cdot v \quad (\text{In Calm Water})$$

② DHP (Delivered Horse Power)

$$DHP = \frac{EHP}{\eta_D} \quad (\eta_D: \text{추진효율})$$

③ BHP (Brake Horse Power)

$$BHP = \frac{DHP}{\eta_T} \quad (\eta_T: \text{축전달 효율})$$

④ NCR (Normal Continuous Rating)

$$NCR = BHP \left(1 + \frac{\text{Sea Margine}}{100}\right)$$

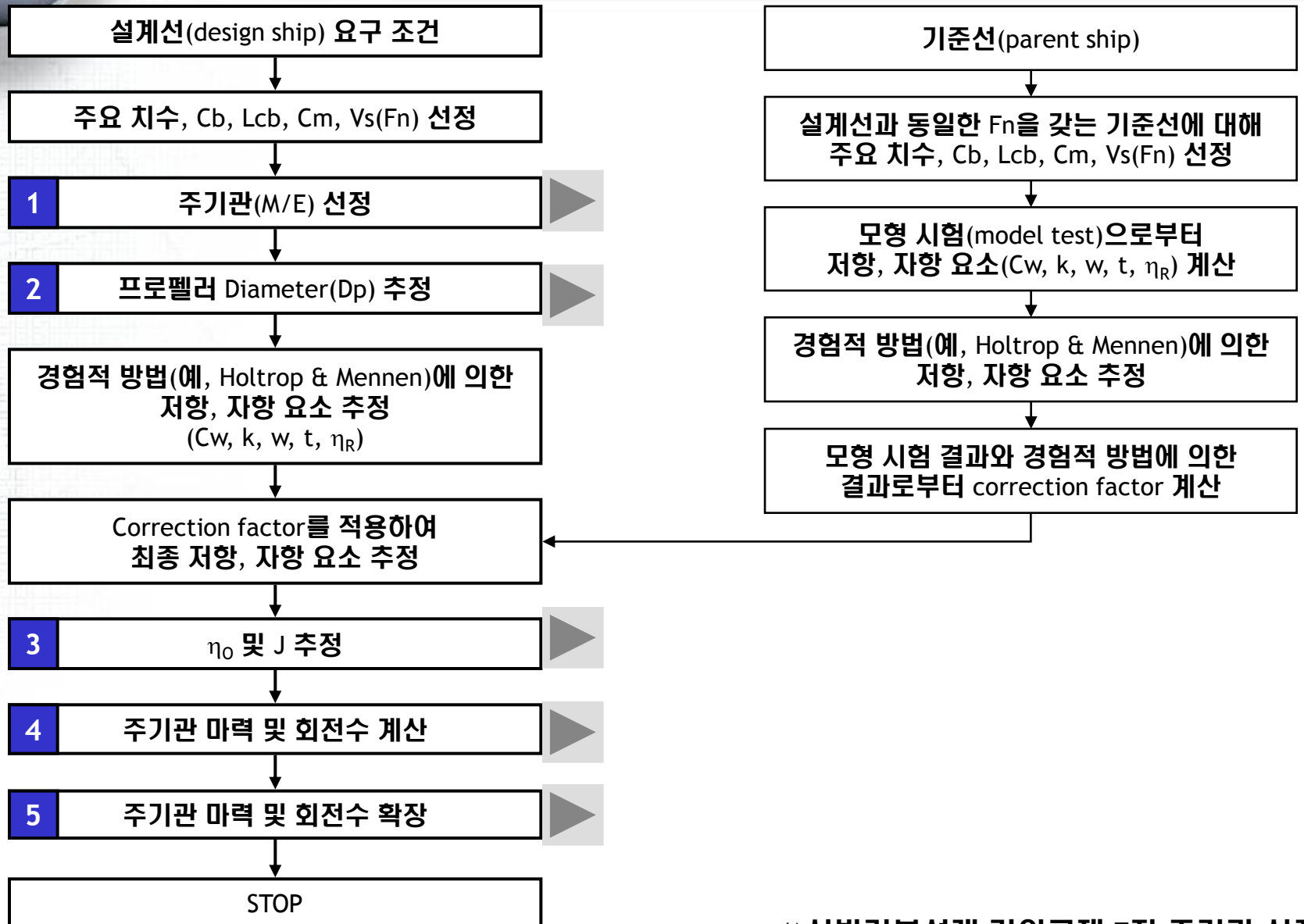
⑤ DMCR (Derated Maximum Continuous Rating)

$$MCR = \frac{NCR}{\text{Engine Margin}}$$



저항추진 성능, 프로펠러 주요치수 결정, 주기관 선정 과정 요약

저항추진 성능, 프로펠러 주요치수 결정, 주기관 선정 과정 요약¹⁾



[1] 주기관 선정

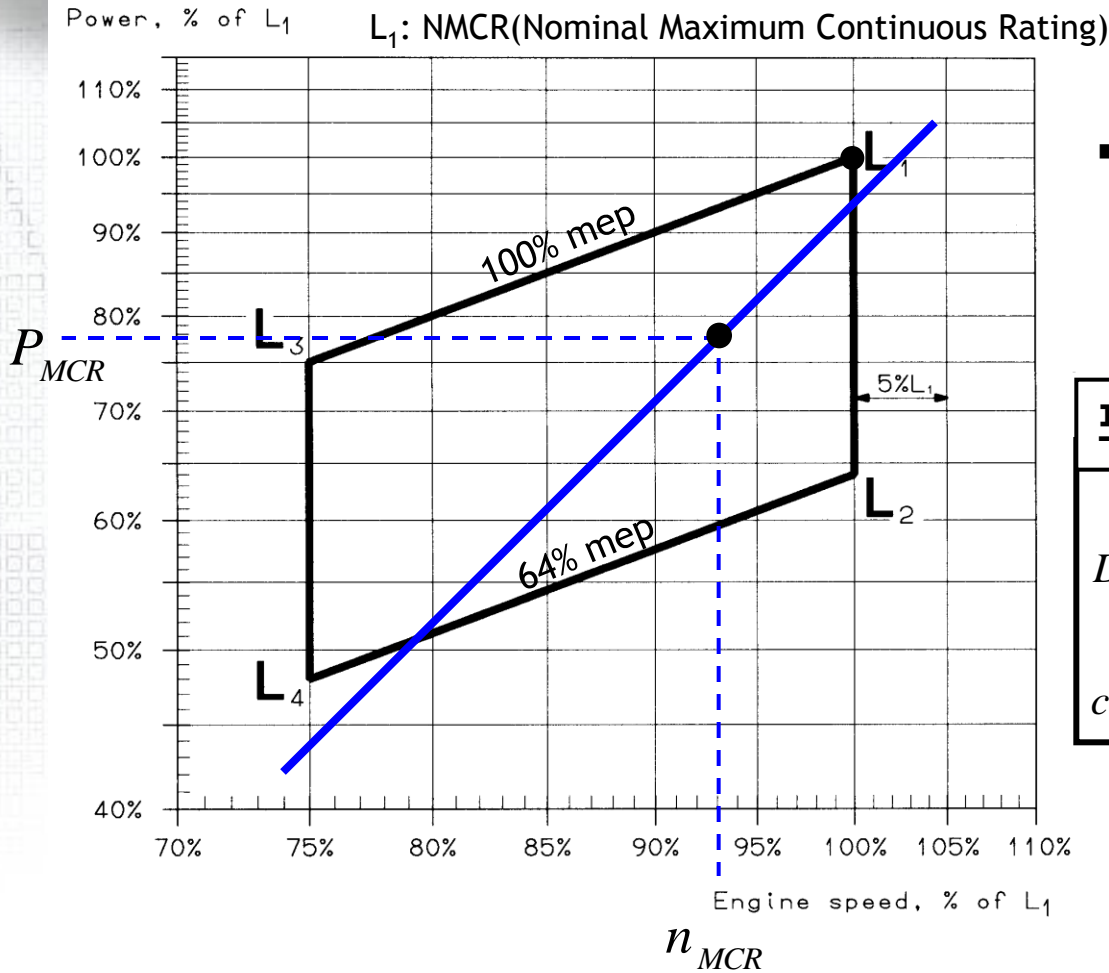
- 1차적으로 기준선의 주기관(M/E)을 설계선의 주기관이라고 가정



6/22



[2] 프로펠러 Diameter 추정



- 기준선 디젤엔진의 MCR(P_{MCR}) 및 이 때의 rpm(n_{MCR})을 프로펠러 D_p 추정을 위한 입력값으로 사용

프로펠러 D_p 추정식

$$D_p = 15.4 \times \left(\frac{P_{MCR}}{n_{MCR}^3} \right)^{0.2} \times c_1$$

parent ship

$c_1 = 1$ for 5 blades, 1.05 for 4 blades



7/22



Advanced Ship Design Automation Lab.
<http://asdal.snu.ac.kr>

[3] 프로펠러 효율(η_0) 및 전진비(J) 추정

Given	D_p [m] : 프로펠러 직경 v [m/s] : 배의 속도 $R_T(v)$ [kN] : 선박의 속력에 따른 저항 z : 프로펠러 날개수 A_E/A_O : 프로펠러 전개 면적비
Find	P [kW] : 디젤엔진이 프로펠러에 전달하는 마력 n [1/s] : 프로펠러 회전수 P_i [m] : 프로펠러 피치

[3] 프로펠러 효율(η_0) 및 전진비(J) 추정

Given	D_p [m], v [m/s], $R_T(v)$ [kN], z , A_E/A_O
Find	P [kW], n [1/s], P_i [m]

- 조건식1 : 디젤엔진이 전달한 토오크를 프로펠러가 흡수하는 조건

$$\frac{P}{2\pi n} = \rho \cdot n^2 \cdot D_p^5 \cdot K_Q$$

- 조건식2 : 배가 어떤 속력에서 필요로 하는 추력을 프로펠러가 내야 하는 조건

$$\frac{R_T}{1-t} = \rho \cdot n^2 \cdot D_p^4 \cdot K_T$$

3개의 미지수

2개의 등식

비선형 최적화 문제

목적 함수 : Find Maximum η_0

$$\eta_0 = \frac{J}{2\pi} \cdot \frac{K_T}{K_Q}$$

[3] 프로펠러 효율(η_0) 및 전진비(J) 추정

1 속도 v 가정

2 조건식2을 $K_T = C_2 J^2$ 의 형태로 표현

3 프로펠러 단독성능 곡선을 이용하여 여러 피치비에서
최대 효율(η_0)을 내는 J 와 그 때의 K_Q 를 구함

4 단계 3에서 구한 J 를 이용해 n 을 구함 $\left(J = \frac{v_A}{n \cdot D_P} \right)$

조건식2:

$$\frac{R_T}{1-t} = \rho \cdot n^2 \cdot D_P^4 \cdot K_T$$

[3] 프로펠러 효율(η_0) 및 전진비(J) 추정

1 속도 v 가정

2 조건식1을 $K_T = C_1 J^2$ 의 형태로 표현

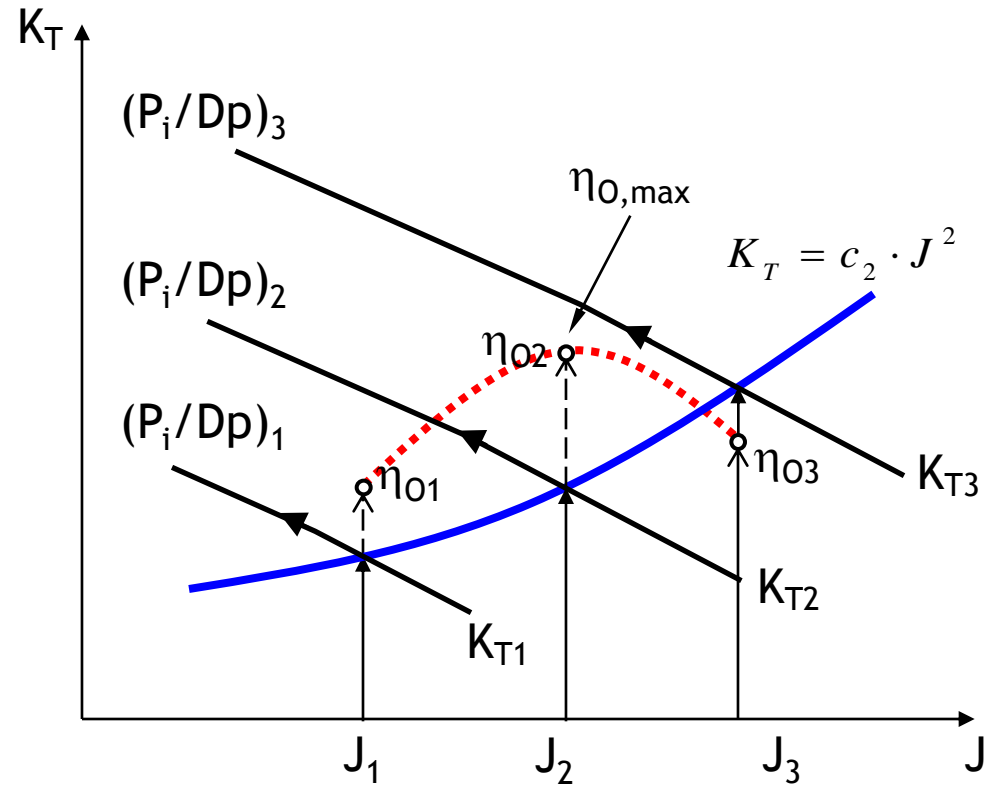
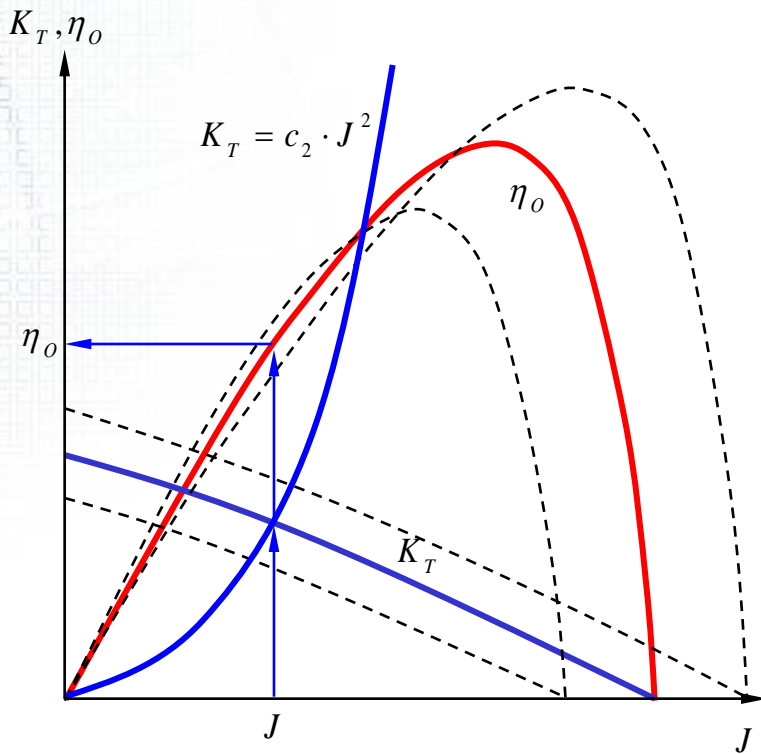
$$\text{조건식1} \left(\frac{R_T}{1-t} = \rho \cdot n^2 \cdot D_P^4 \cdot K_T \right), \quad J = \frac{v_A}{n \cdot D_P} \left(\Rightarrow n = \frac{v_A}{J \cdot D_P} \right)$$

$$K_T = \frac{R_T}{(1-t) \rho D_P^4} \cdot \frac{1}{n^2} = \frac{R_T}{(1-t) \rho D_P^4} \cdot \left(\frac{J \cdot D_P}{v_A} \right)^2 = \frac{R_T}{(1-t) \rho D_P^2 v_A^2} J^2 = C_2 J^2$$

$$\left(C_2 = \frac{R_T}{(1-t) \rho D_P^2 v_A^2} \right)$$

[3] 프로펠러 효율(η_0) 및 전진비(J) 추정

3 프로펠러 단독성능 곡선을 이용하여 여러 피치비에서 최대 효율(η_0)을 내는 J 와 그 때의 K_Q 를 구함



[3] 프로펠러 효율(η_0) 및 전진비(J) 추정

4

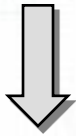
단계 4에서 구한 J 를 이용해 n 을 구함

$$J = \frac{v_A}{n \cdot D_P} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{v_A}{D_P \cdot J}$$

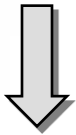
[4] 디젤엔진 마력 및 회전수 계산

- 조건식1 (디젤엔진이 전달한 토크를 프로펠러가 흡수하는 조건)으로부터 마력 계산

$$\frac{P}{2\pi n} = \rho \cdot n^2 \cdot D_P^5 \cdot K_Q$$



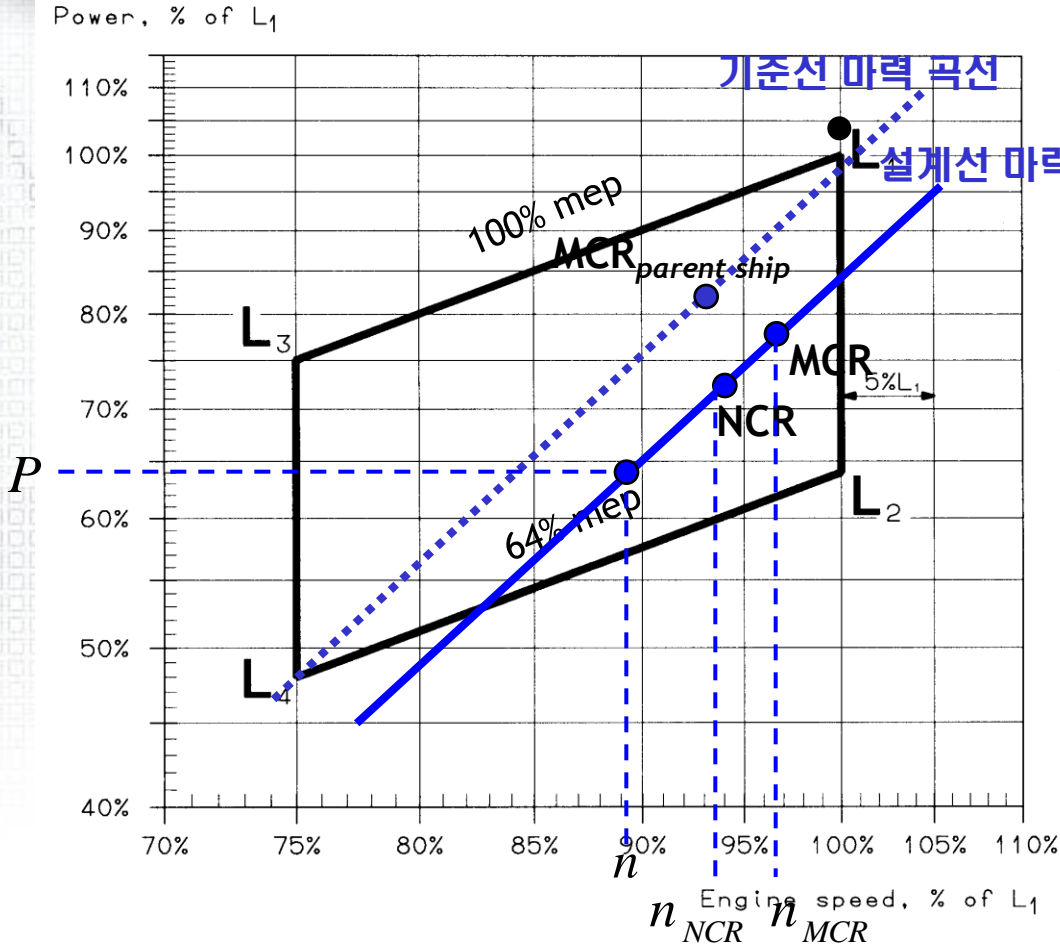
$$\left(\begin{array}{l} P = DHP = 2\pi \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D_P^5 \cdot K_Q \\ P = DHP = \frac{R_T \cdot V_S}{\eta_{O,max} \cdot \eta_H \cdot \eta_R} \end{array} \right)$$



$$P = \frac{R_T \cdot V_S}{\eta_{O,max} \cdot \eta_H \cdot \eta_R} = 2\pi \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D_P^5 \cdot K_Q = c_3 \cdot n^3$$

즉, 프로펠러의 마력은
회전수의 3승에 비례

[4] 디젤엔진 마력 및 회전수 계산



$$BHP = \frac{DHP}{\eta_T} \quad \eta_T : \text{프로펠러축효율}$$

$$NCR = BHP (1 + S.M / 100)$$

$$MCR = NCR / E.M$$

Engine Margine
보통 10%

$$n_{NCR} = \sqrt[3]{\frac{NCR}{c_3}}$$

$$n_{MCR} = \sqrt[3]{\frac{MCR}{c_3}}$$

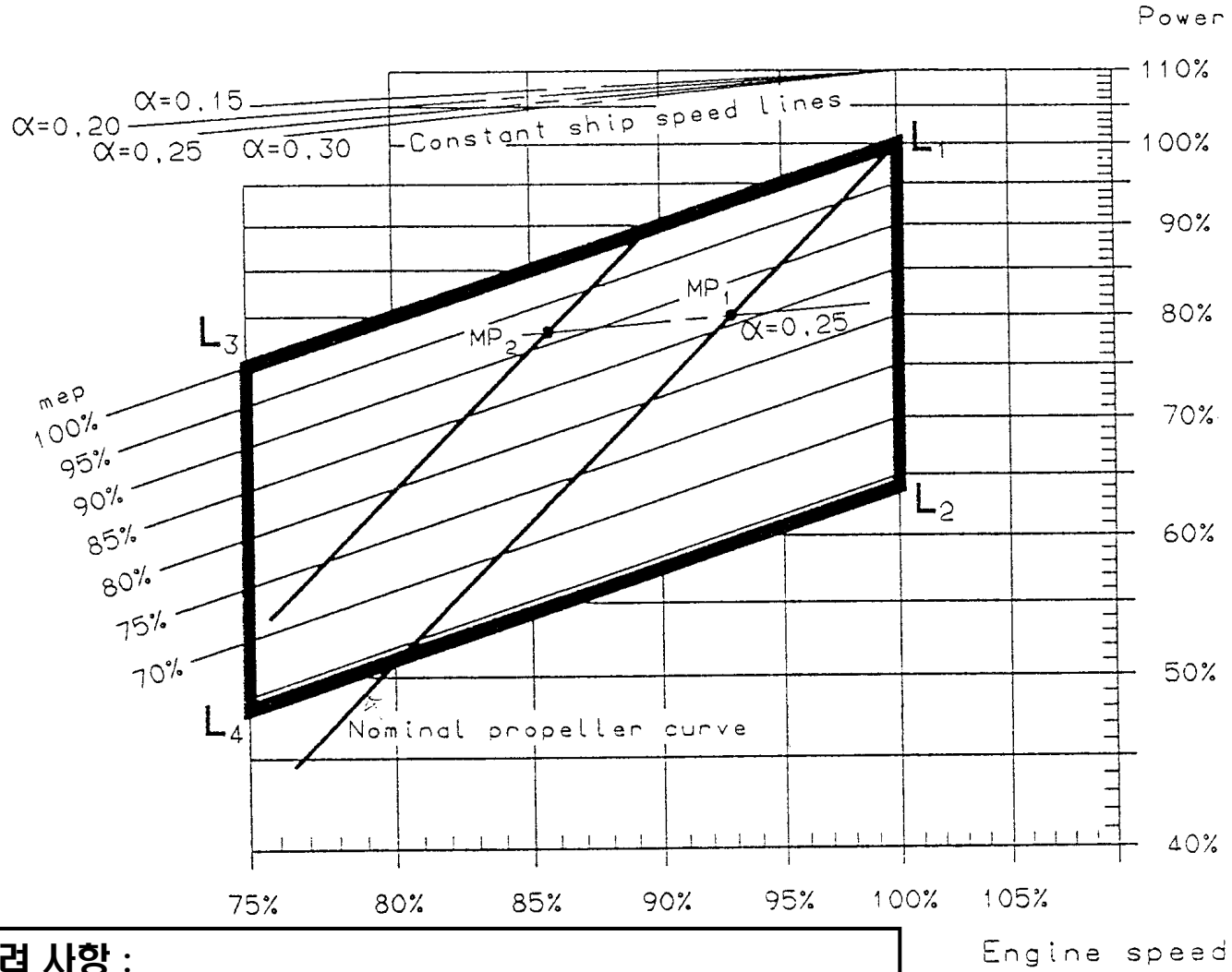


[5] 디젤엔진 마력 및 회전수 확장

- 동등 선속 직선 문제

Given	<p>n [1/s] : 프로펠러 회전수</p> <p>v [m/s] : 배의 속력</p> <p>$R_T(v)$ [kN] : 선박의 속력에 따른 저항</p> <p>z : 프로펠러 날개수</p> <p>A_E/A_O : 프로펠러 전개 면적비</p>
Find	<p>P [kW] : 디젤엔진이 프로펠러에 전달하는 마력</p> <p>D_P [m] : 프로펠러 직경</p> <p>P_i [m] : 프로펠러 피치</p>

동등 선속 직선을 이용한 MCR 대안 비교



MCR 선정 시 고려 사항 :

- 작은 기관 마력과 낮은 기관 회전수
- 마력과 회전수의 Derating 값(DMCR과 NMCR과의 마력과 회전수의 차이)
- 연료 소비율
- 프로펠러 작동 범위

Engine speed



[5] 디젤엔진 마력 및 회전수 확장

1 속력 v 가정

2 조건식2을 $K_T = C_3 J^4$ 의 형태로 표현

3 프로펠러 단독성능 곡선을 이용하여 여러 피치비에서 최대 효율(η_0)을 내는 J 와 그 때의 K_Q 를 구함

4 단계 3에서 구한 J 를 이용해 D_p 을 구함 $\left(J = \frac{v_A}{n \cdot D_p} \right)$

조건식2:

$$\frac{R_T}{1-t} = \rho \cdot n^2 \cdot D_p^4 \cdot K_T$$

[5] 디젤엔진 마력 및 회전수 확장

1 속도 v 가정

2 조건식1을 $K_T = C_1 J^2$ 의 형태로 표현

$$\text{조건식1} \left(\frac{R_T}{1-t} = \rho \cdot n^2 \cdot D_P^4 \cdot K_T \right), \quad J = \frac{v_A}{n \cdot D_P} \left(\Rightarrow D_P = \frac{v_A}{J \cdot n} \right)$$

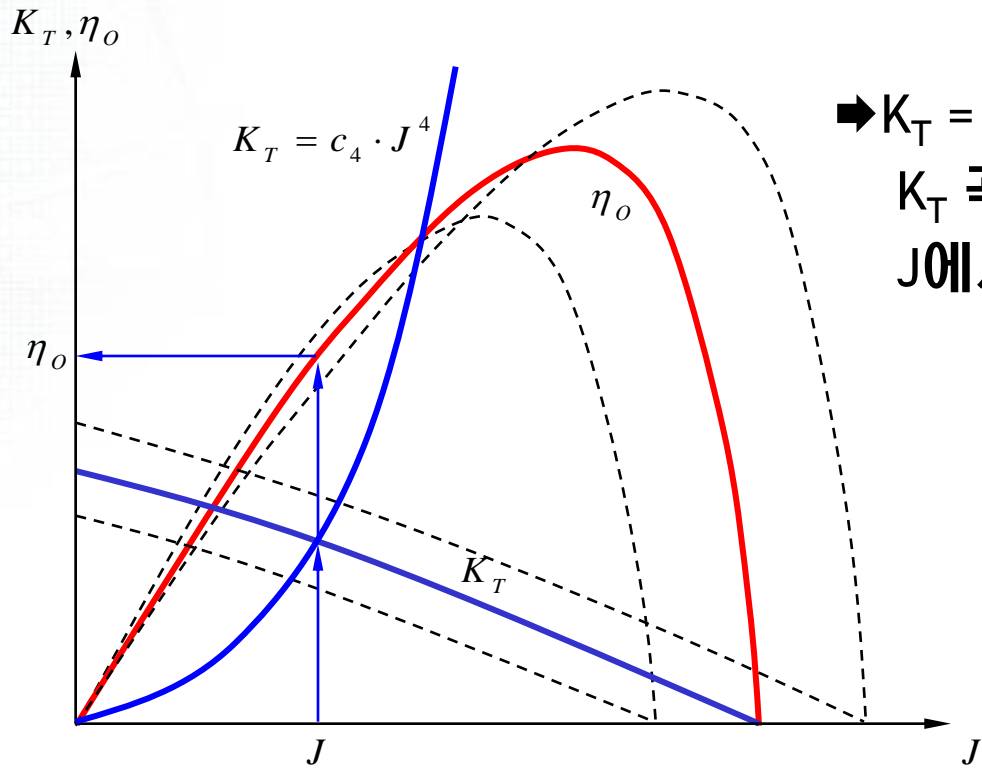
$$K_T = \frac{R_T}{(1-t) \rho n^2} \cdot \frac{1}{D_P^4} = \frac{R_T}{(1-t) \rho n^2} \cdot \left(\frac{J \cdot n}{v_A} \right)^4 = \frac{R_T \cdot n^2}{(1-t) \rho v_A^4} J^4 = C_3 J^4$$

$$\left(C_3 = \frac{R_T \cdot n^2}{(1-t) \rho v_A^4} \right)$$

[5] 디젤엔진 마력 및 회전수 확장

3

프로펠러 단독성능 곡선을 이용하여 여러 피치비에서 최대 효율(η_0)을 내는 J 와 그 때의 K_T 를 구함



➡ $K_T = c_4 \cdot J^4$ 곡선과 각 P_i/D_p 에 따른 K_T 곡선과의 교점에 해당하는 J 에서 η_0 를 계산

[3] 프로펠러 효율(η_0) 및 전진비(J) 추정

4

단계 4에서 구한 J 를 이용해 D_p 를 구함

$$J = \frac{v_A}{n \cdot D_p} \quad \Rightarrow \quad D_p = \frac{v_A}{n \cdot J}$$



21/22

