

[2009][03]

# Innovative Ship Design -propeller-

March 2009

Prof. Kyu-Yeul Lee

Department of Naval Architecture and Ocean Engineering,  
Seoul National University of College of Engineering

Naval Architecture & Ocean Engineering



Seoul  
National  
Univ.



**SDAL**

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



# Propeller

서울대학교 조선해양공학과  
이규열



Seoul  
National  
Univ.



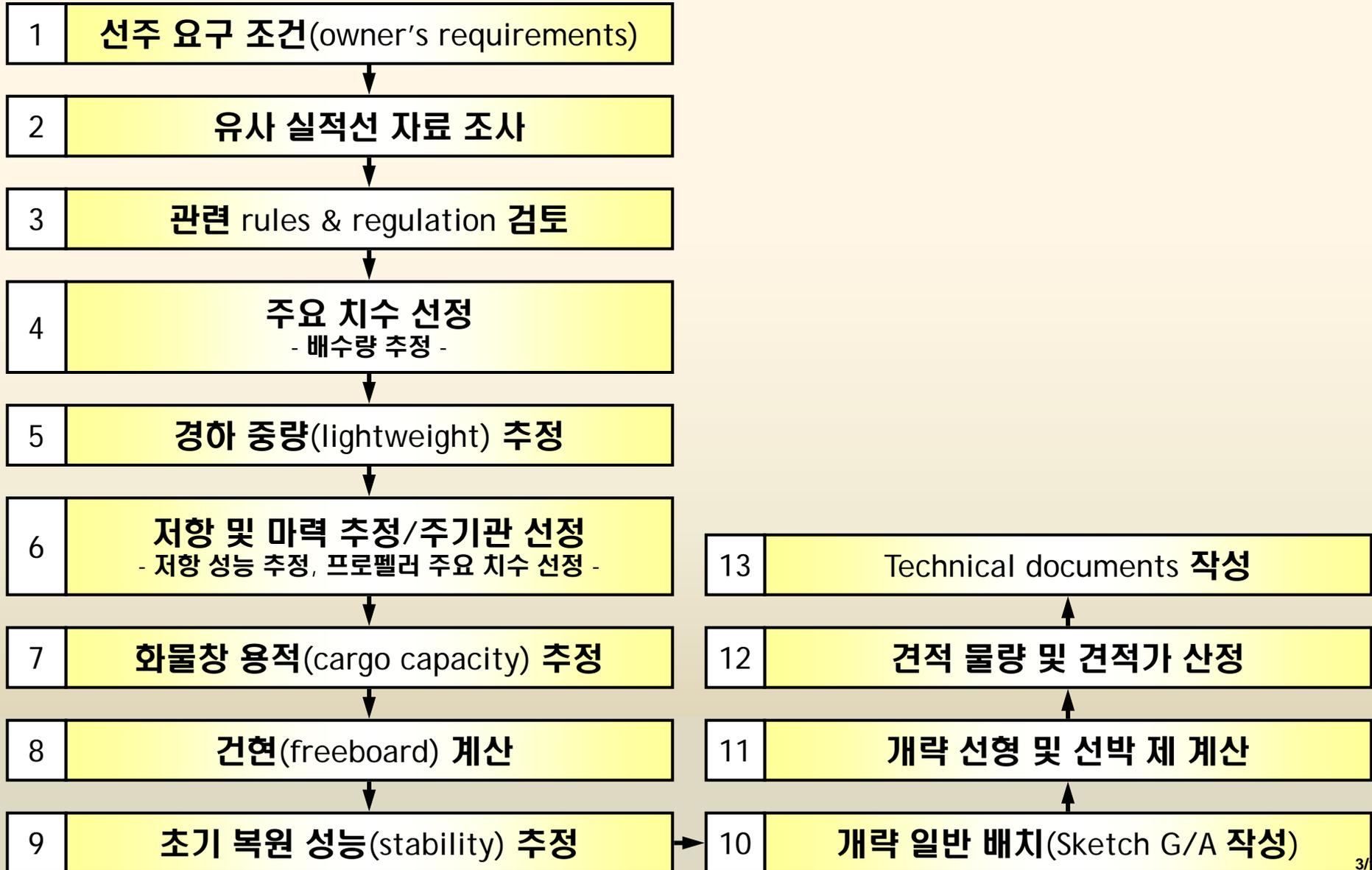
**SDAL**

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



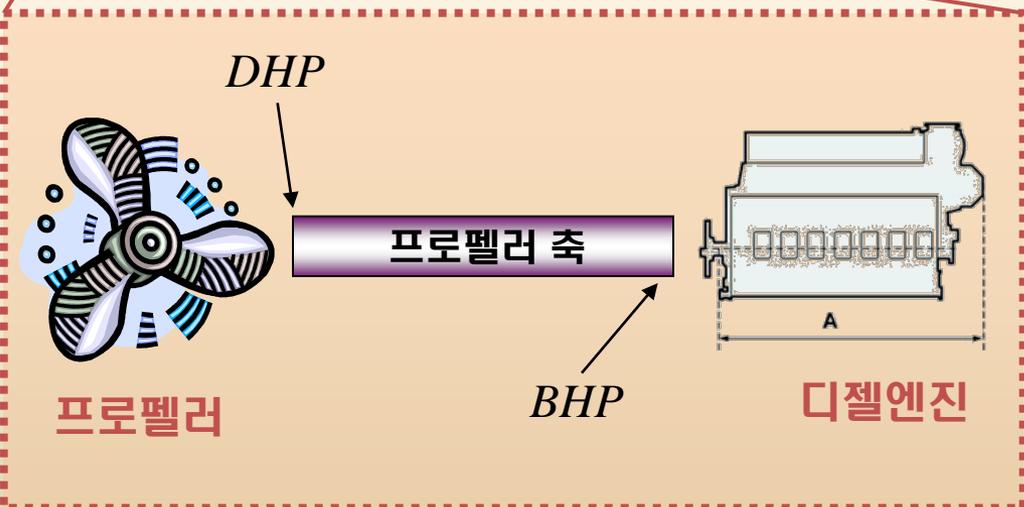
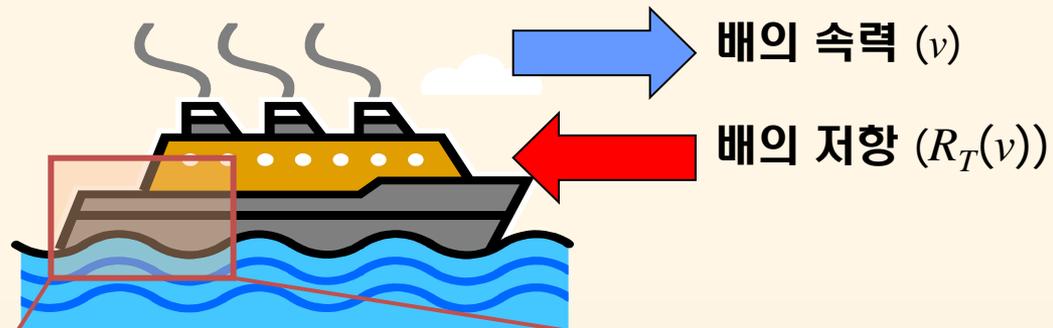
# 선박 개념 설계의 순서

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



# 6. 저항, 마력 추정(Review)

## - 주기관 마력 추정



① EHP (Effective Horse Power)  
 $EHP = R_T(v) \cdot v$  (In Calm Water)

② DHP (Delivered Horse Power)  
 $DHP = \frac{EHP}{\eta_D}$  ( $\eta_D$ : 추진효율)

③ BHP (Brake Horse Power)  
 $BHP = \frac{DHP}{\eta_T}$  ( $\eta_T$ : 축전달 효율)

④ NCR (Normal Continuous Rating)  
 $NCR = BHP \left(1 + \frac{\text{Sea Margin}}{100}\right)$

⑤ DMCR (Derated Maximum Continuous Rating)  
 $MCR = \frac{NCR}{\text{Engine Margin}}$



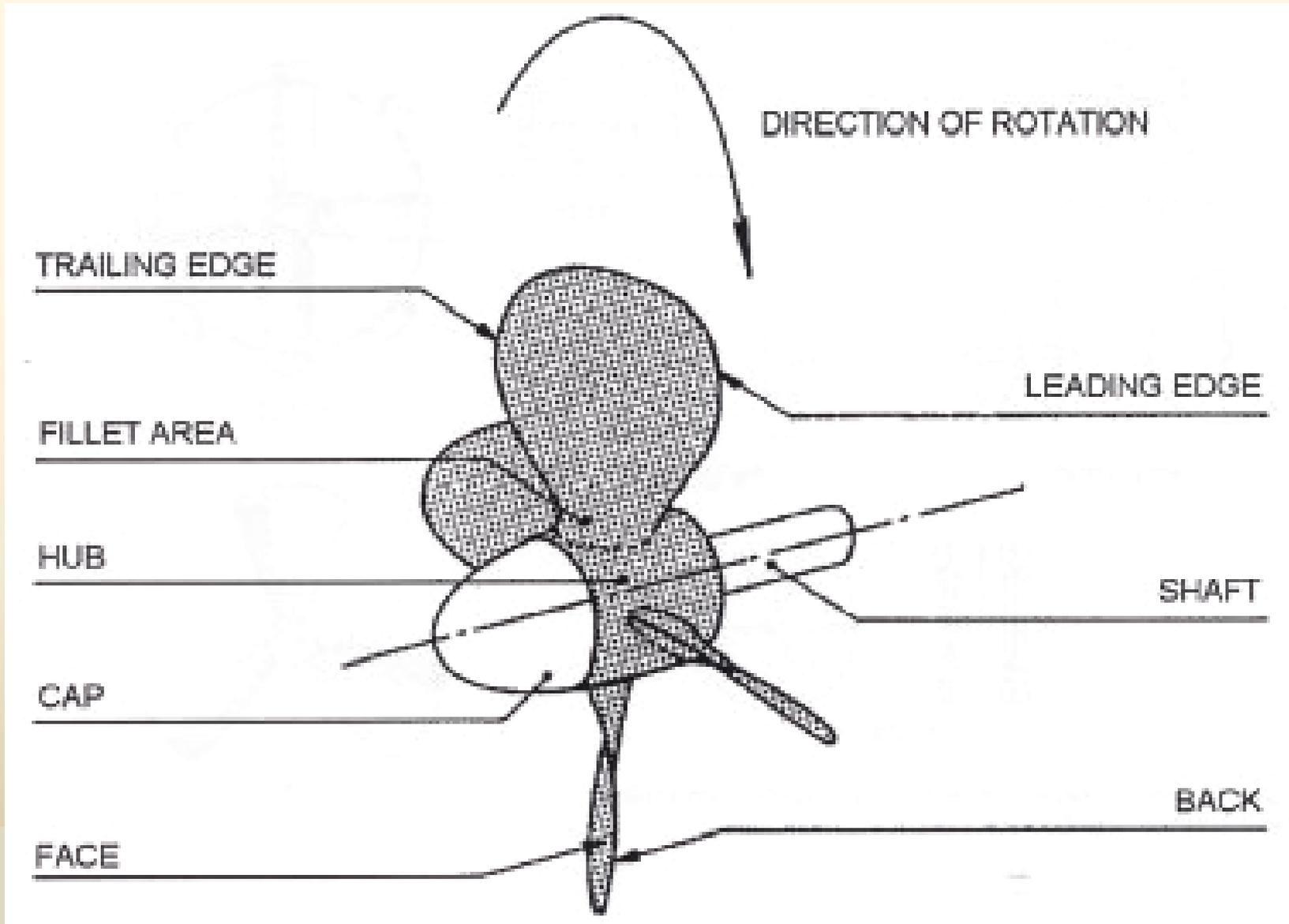
# 목차

---

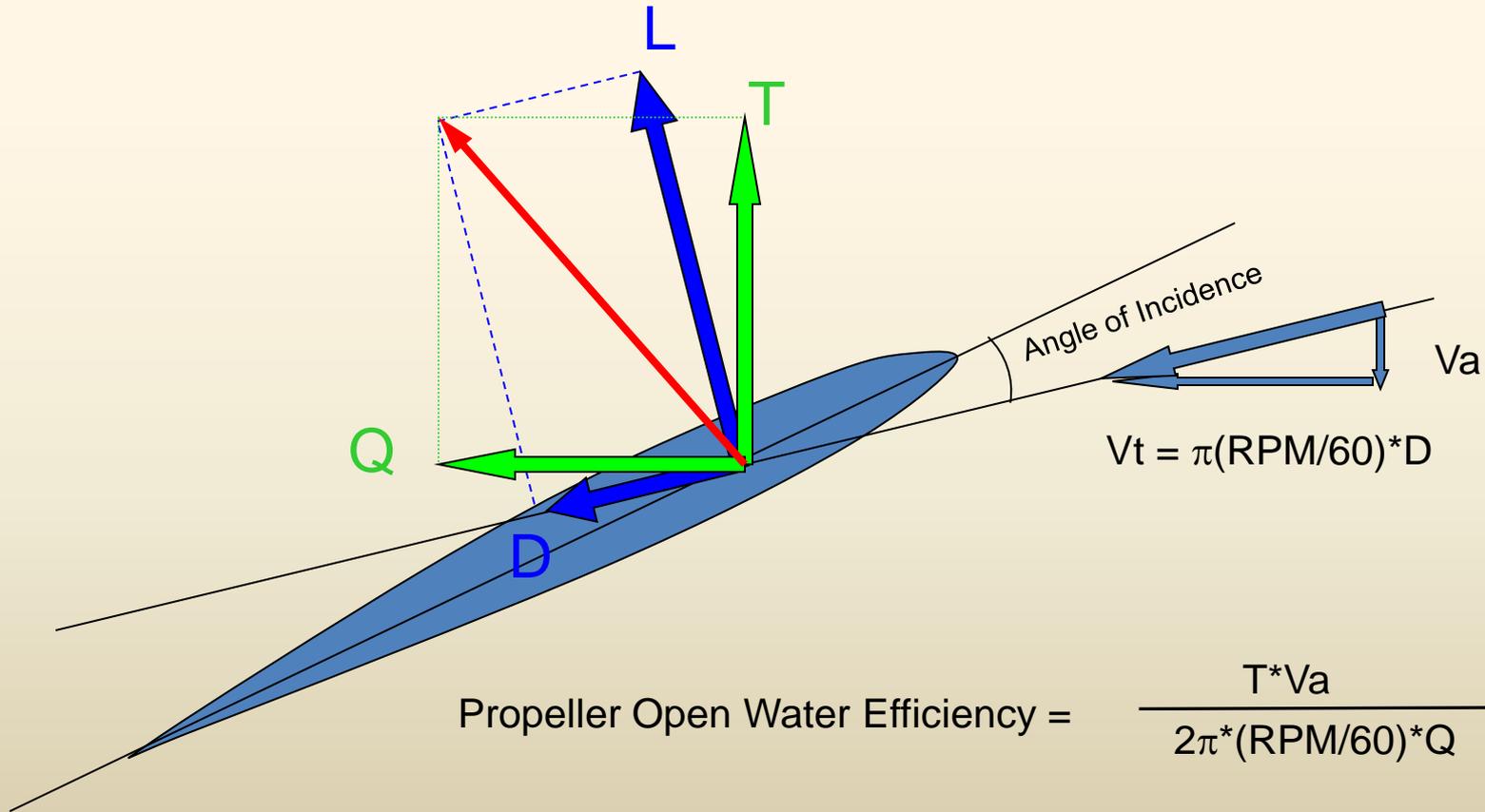
- ☑ 프로펠러 의 형상, 작동 원리
- ☑ 프로펠러 단독 성능 곡선



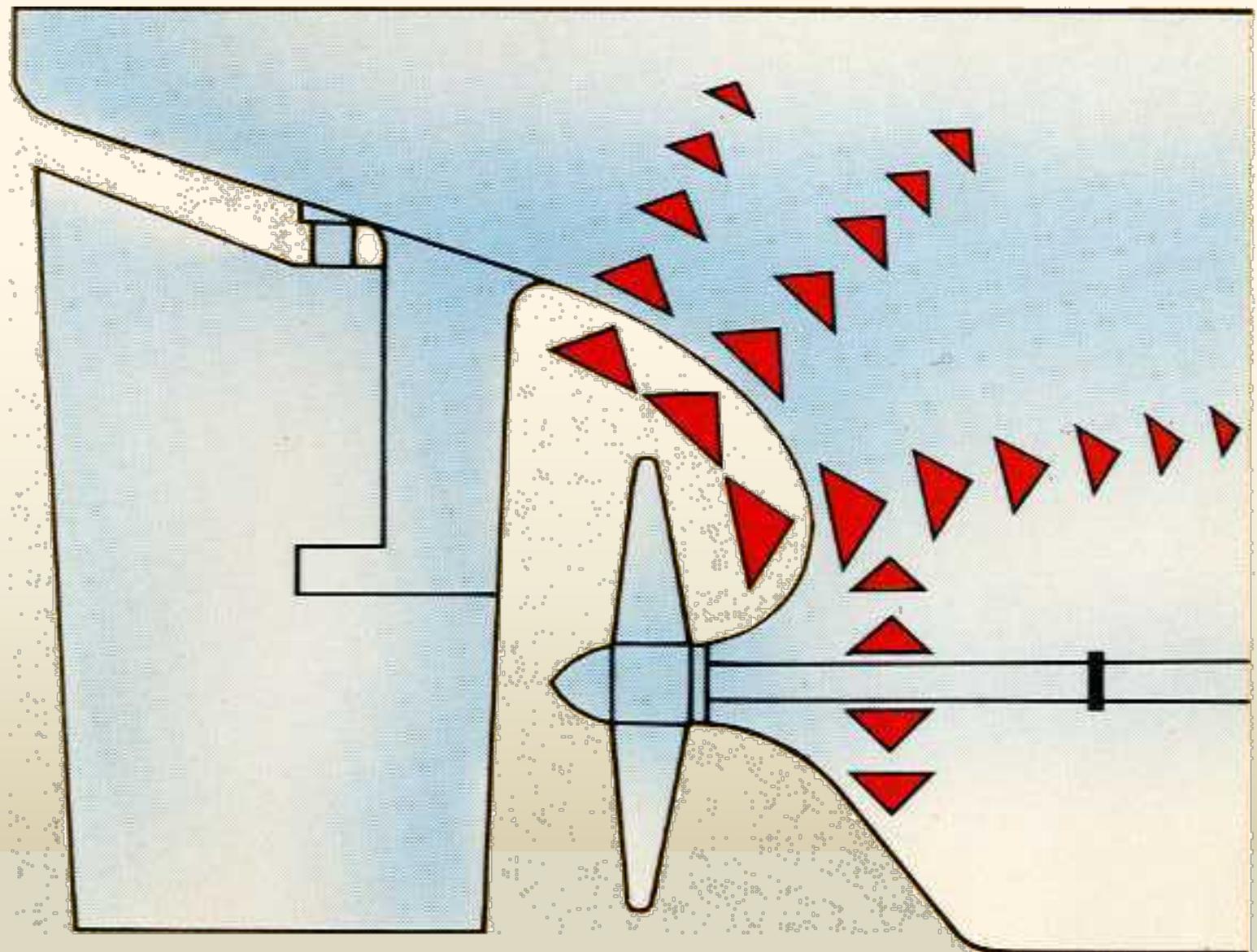
# 프로펠러의 부분별 명칭



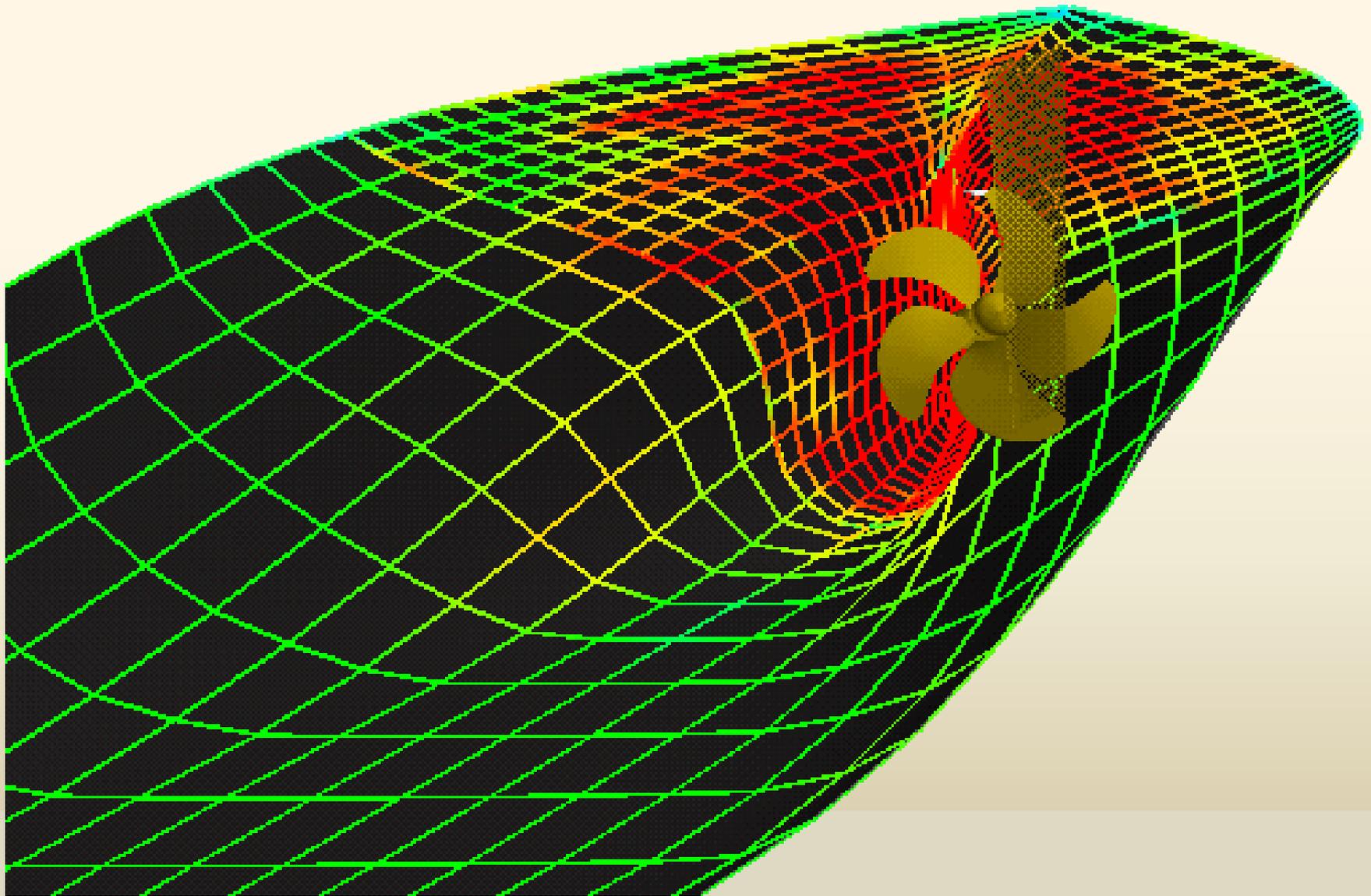
# 프로펠러가 추력을 생성하는 원리



# 프로펠러의 작동이 선체 진동에 미치는 영향



# 프로펠러의 작동이 선체 압력에 미치는 영향



# 박용 디젤 엔진 및 프로펠러



현대 중공업 프로펠러 공장

## ☑ 2007년도 박용 디젤 엔진 생산량 ( '해사프레스' 자료)

- 한국( 3개사) 380기/1,600만 마력
- 일본 527기/800만 마력
- 중국 5개사 310만 마력
- 현대 중공업: 860만 마력, 세계 1위( 35%)
- 두산엔진: 650만 마력 , 세계 2위
- STX엔진: 100만 마력

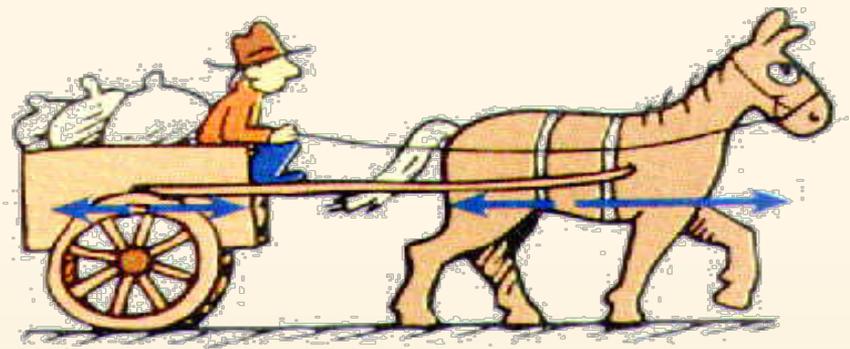
## ☑ 박용 디젤 엔진의 크기(예)

- 6,700TEU급 컨테이너선 경우 :  
93,000PS, 중량 2,200톤, 높이 14.8m, 폭 10.1m,
- 가격: 선가의 약 1/10(110~120\$/PS)
- 12,500TEU급 컨테이너선 경우:  
14만 마력 생산 계획
- 300,000톤 DWT 유조선의 경우:  
프로펠러 직경/중량: 약 10m/약 72톤



# 프로펠러의 주요 치수 결정 개념

## - Given & Find(1)



말 1마리로 짐을 실은 마차를 최대 속력으로 이끌기 위한 마차 바퀴의 설계

Given

Find

- 말 1마리 = 주어진 주기관
- 바퀴의 마찰력 = 선박의 저항

- 바퀴의 설계 = 프로펠러의 설계
- 최대 속력 = 선박의 최대 속력
- 바퀴의 직경 = 프로펠러 주요 치수



# 프로펠러의 주요 치수 결정 개념

## - 주기관 마력과 프로펠러 회전수가 주어진 경우

Given

$P_{D.E.}$  : 주기관이 프로펠러에 전달하는 마력, KW  
 유의 사항 :  $P = DHP \cdot \eta_R$   
 $n$  : 프로펠러 회전수, 1/sec  
 $R_T(v)$  : 선박의 속력에 따른 저항, KN  
 $Z$  : 프로펠러 날개 수



Find

$D_P$  : 프로펠러 직경, m  
 $P_i$  : 프로펠러 피치, m  
 $A_E / A_O$  : 프로펠러 전개 면적비  
 $v$  : 선박의 속력, m/s

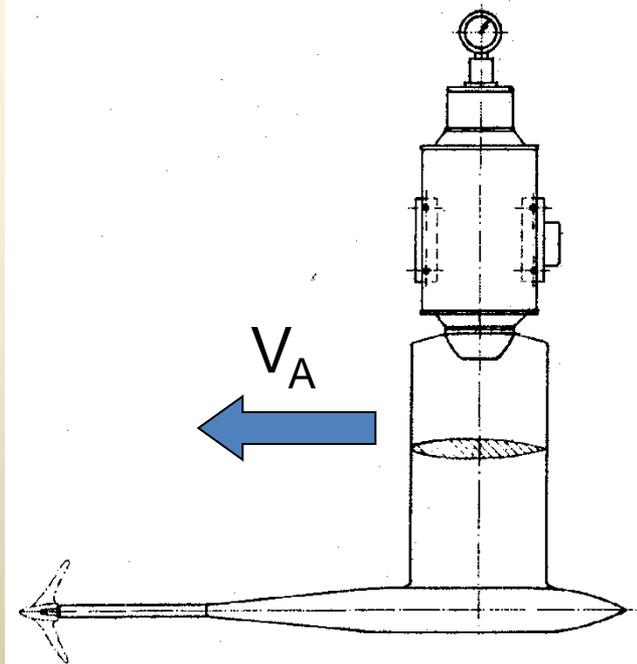
프로펠러의 설계점:  $P_{D.E} = P_{NCR}$   
 $n = n_{MCR}$



# 프로펠러 단독 성능 곡선 (Propeller Open Water Curve – POW curve)

- ☑ 모형 프로펠러가 선체의 영향 없이 단독적으로 작동됨
- ☑ 프로펠러 작동 시 추력(Thrust), 토크(Torque), 회전수 및 속도를 측정함

Uniform flow →



# 프로펠러 단독 성능 곡선(Propeller Open Water Curve – POW curve)

## -프로펠러 주요 무차원 계수

① 추력 계수 : 
$$\frac{T}{\rho \cdot n^2 \cdot D_P^4} = K_T$$

② 토크 계수 : 
$$\frac{Q}{\rho \cdot n^2 \cdot D_P^5} = K_Q$$

③ 프로펠러 전진비 : 
$$J = \frac{v_A}{n \cdot D_P}$$
  

$$v_A = v \cdot (1 - w)$$

④ 프로펠러 단독 효율 : 
$$\eta_o = \frac{J}{2\pi} \cdot \frac{K_T}{K_Q}$$

- $v$  : 배의 속력 [m/s]
- $w$  : 반류 계수
- $T$  : 프로펠러가 내는 Thrust[kN]
- $Q$  : 프로펠러가 엔진으로부터 흡수한 Torque [kN·m]
- $n$  : 디젤엔진 회전수 [1/s]
- $D_P$  : 프로펠러 직경 [m]
- $P_i$  : 프로펠러 피치 [m]



# 프로펠러 단독 성능 곡선 (Propeller Open Water Curve – POW curve)

실선의 프로펠러



모형의 프로펠러



기하학적으로 상사

$$\frac{T}{\rho \cdot n^2 \cdot D_p^4} = K_T$$

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

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

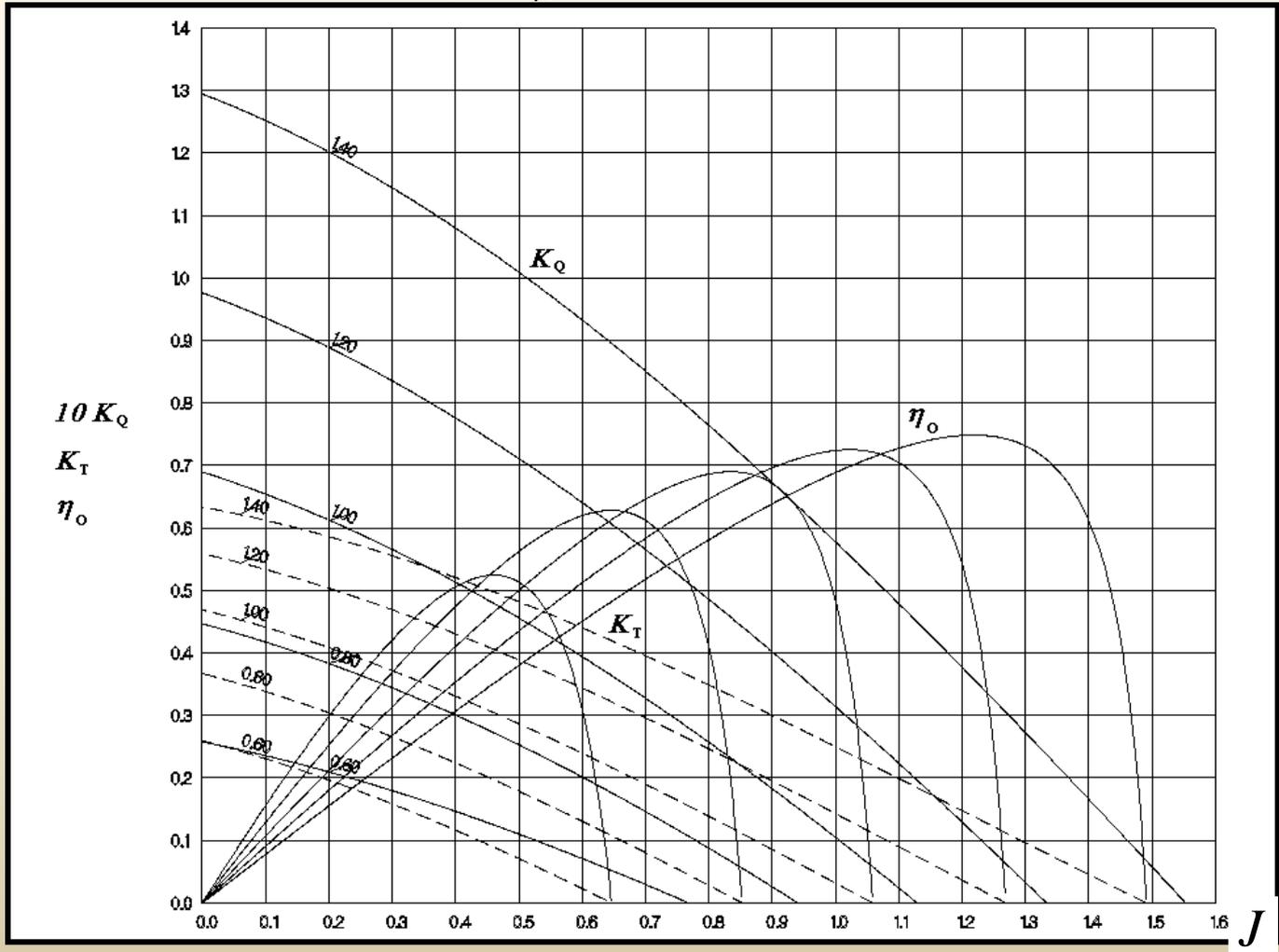
$$v_A = v \cdot (1 - w)$$

동일한 무차원 계수  
( $K_T, K_Q, J$ )



# 프로펠러 단독 성능 곡선 (Propeller Open Water Curve – POW curve)

- 모형 프로펠러의 피치비 ( $Pi/D_p$ )를 변화시켜가며 측정한 결과



$$\frac{T}{\rho \cdot n^2 \cdot D_p^4} = K_T$$

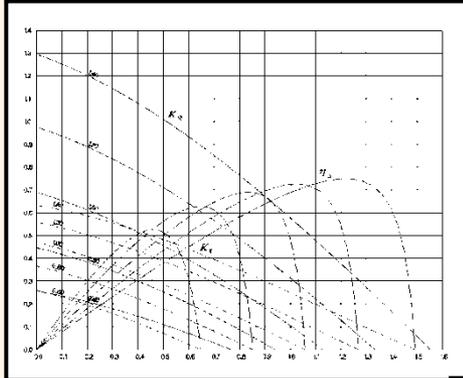
$$\frac{Q}{\rho \cdot n^2 \cdot D_p^5} = K_Q$$

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

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



# 프로펠러 단독 성능 곡선의 회귀해석식



- 해석 결과를 수식으로 표현  
(전진비, 피치비, 전개 면적비, 날개수의 함수)

$$K_T \text{ and } K_Q = \sum C_{s,t,u,v} (J)^s (P_i / D_P)^t (A_E / A_O)^u z^v$$

$K_T$					$K_Q$				
$C_{s,t,u,v}$	$s$ ( $J$ )	$t$ ( $P/D_P$ )	$u$ ( $A_E / A_O$ )	$v$ ( $z$ )	$C_{s,t,u,v}$	$s$ ( $J$ )	$t$ ( $P/D_P$ )	$u$ ( $A_E / A_O$ )	$v$ ( $z$ )
+0.00880496	0	0	0	0	+0.00379368	0	0	0	0
-0.204554	1	0	0	0	+0.00886523	2	0	0	0
+0.166351	0	1	0	0	-0.032241	1	1	0	0
+0.158114	0	2	0	0	+0.00344778	0	2	0	0
-0.147581	2	0	1	0	-0.0408811	0	1	1	0
-0.481497	0	1	1	0	-0.108009	1	1	1	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

