

계수(B_P)를 구한다.

$$B_P = \frac{N_P \times \sqrt{DHP}}{V_P^{2.5}} \dots\dots\dots (2-13)$$

∴ √B_P를 계산한다.

$$B_P = \sqrt{\frac{N_P \times \sqrt{DHP}}{V_P^{2.5}}} \dots\dots\dots (2-14)$$

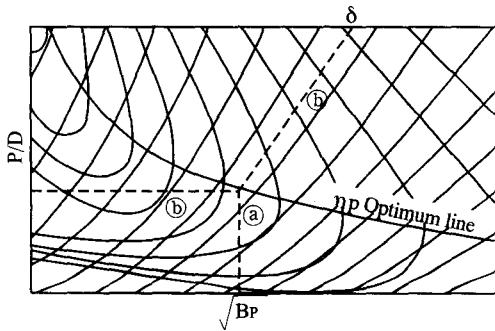


그림 2-1

- 피치비(P/D) 및 직경계수(δ) 구하기
 표2, 표3 도표를 이용 √B_P와 np선(Optimum line)에 만나는 점을 지나는 좌측과 위쪽으로 따라가면 P/D 및 δ를 구할 수 있다. (표2-1)
 (일반적으로 선속이 15노트보다 클 때 전개면적비 A_R이 0.5인 표를 이용하지만 A_R이 0.35인 표를 이용해 계산하는 것을 추천한다)

그림2-1로부터 프로펠러 직경(D)을 계산한다.

$$D = \frac{\delta \times V_P}{N_P} \dots\dots\dots (2-15)$$

그림2-1과 공식 2-11, 2-12로부터 프로펠러 피치(P)를 계산한다.

$$P = \left(\frac{D}{P}\right) \times D \dots\dots\dots (2-16)$$

○ 예제

다음 제원의 선박에 대하여 알맞는 선속, 프로펠러 직경, 피치를 구해본다.

L_{WL}: 6.60m B_{WL}: 1.62m d: 0.29m

C_b: 0.5 주기관출력: 52HP

회전수: 2100rpm 감속비: 2.13

선형: GOOD TYPE

(2-2) 공식을 이용하여

$$\Delta = 6.6 \times 1.62 \times 0.29 \times 0.5 \times 1.025 = 1.59 \text{톤}$$

$$HP/\Delta = 52/1.59 = 32$$

표1로부터

$$\frac{V_s}{\sqrt{L_{WL}}} = 5.4$$

$$V_s = \left(\frac{V_s}{\sqrt{L_{WL}}}\right) \times \sqrt{L_{WL}} = 5.4 \times \sqrt{6.6}$$

$$= 13.87 \text{노트}$$

$$DHP = BHP \times 0.95 = 52 \times 0.95 = 49.4$$

$$N = \frac{N_1}{i} \times 1.03 = \frac{2100}{2.13} \times 1.03 = 1015.4$$

$$\frac{V_s}{\sqrt{L_{WL}}} = 5.4 \geq 3.5, \quad w = 0$$

$$V_P = (1-w) \times V_s = (1-0) \times 13.87 = 13.87$$

$$B_P = \frac{N \times \sqrt{DHP}}{V_P^{2.5}} = \frac{1015.4 \times \sqrt{49.4}}{(13.87)^{2.5}} = 9.96$$

$$\sqrt{B_P} = \sqrt{9.96} = 3.16$$

UB3-35(표2)로부터

$$P/D = 0.91, \quad \delta = 41.5$$

$$D = \frac{V_P \times \delta}{N} = \frac{13.87 \times 41.5}{1015.4} = 0.567 \text{(m)}$$

$$= 567 \text{(mm)}$$

$$P = \left(\frac{P}{D}\right) \times D = 0.91 \times 0.567 = 0.516 \text{(m)}$$

$$= 516 \text{(mm)}$$

그러므로 : 선속 (V_s) = 13.87Knot
 프로펠러 직경 (D) = 567mm
 " 피치 (P) = 516mm

라. 프로펠러 직경 검토

1) 프로펠러 간극

프로펠러를 조합할 때 선체와의 필요간격은 아래의 그림과 같은 수치 이상으로 되지 않으면 선속이 나오지 않으며 또한 진동의 원인이 된다.

20톤 이하의 소형선에서는 "d"가 50mm이상으로 하는것이 바람직하다.

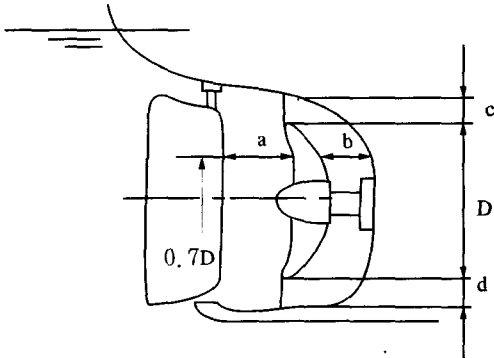


그림 2-2 프로펠러와 선미골재의 관계

2) 경사도

경사도는 가능한한 작게 할 것

경사도 (θ)

정박시 : 상한선 8°

항해시 : " 12°

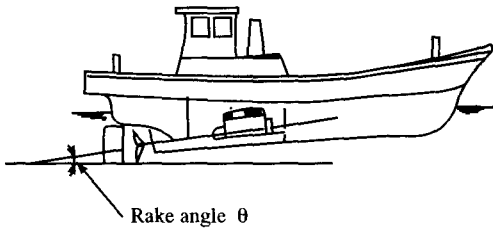


그림 2-3 경사도

마. 프로펠러 전개면적비

1) 프로펠러의 단위면적당 길리는 추진력이 표준보다 클 때 프로펠러에는 기포와 공동현상 (cavitation)이 발생한다.

이런 현상을 방지하려면 프로펠러의 면적을 충분히 크게 해야 된다.

고속선은 기관출력은 크고 또한 추진력도 커진다. 이와 대조적으로 실체는 감속비 프로펠러의 직경과 면적은 모두 작다.

따라서 필연적으로 단위면적을 크게 해야 된다. 만약 감속비가 크다면 프로펠러의 직경이 커지는 것과 비교하면 단위면적당 추력의 증가는 미미한 것이다.

그러므로 전개면적비를 작게 설계하는 것이 가능하다.

날개전개면적비는 프로펠러 원판의 전체 면적에 날개의 전개면적이 차지하는 비율로 나타낸다.

$$AR(\text{전개면적비}) = \frac{AE(\text{날개전개면적})}{\frac{\pi}{4}D^2(\text{원판전체의 면적})}$$

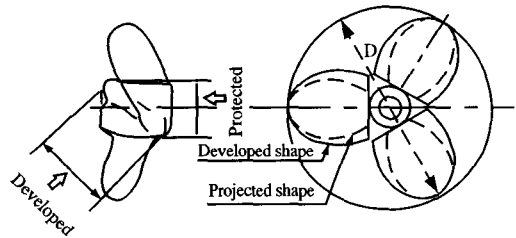


그림 2-4

2) 어떻게 전개면적비를 구할 것인가(AR)
 계산방법은 몇가지 있지만 여기에서는

$$\frac{N \cdot D}{100} \sim \frac{T}{AE} \text{ 표를 이용한다.}$$

$$\frac{N \cdot D}{100} \sim \frac{T}{AE} \text{ 표}$$

$\frac{N \cdot D}{100}$	4	5	6	7	8	9	10	11
$\frac{\text{Thrust(kg)}}{\text{Development area(m}^2\text{)}} = \frac{T}{AE}$	4400	4750	5000	5350	5750	6200	6700	7250

- $\frac{ND}{100}$ 계산

N:프로펠러회전수(rpm), D:프로펠러 직경(m)

- $\frac{T}{AE}$ 계산

추력의 계산(THP)

$$THP = BHP \times 0.685 \quad \dots\dots\dots (2-17)$$

토크 T(계산)

$$T = \frac{THP}{V_P} \times 146 \text{ (kg)} \quad \dots\dots\dots (2-18)$$

V_P : 프로펠러 전진속도

- 전개면적 A_E 계산

$$A_E = \frac{T}{T/A_E} \text{ (m}^2\text{)} \quad \dots\dots\dots (2-19)$$

전개면적비 A_R 계산

$$A_R = \frac{A_E}{\frac{\pi}{4} D^2} \quad \dots\dots\dots (2-20)$$

○ 예제

다음 제원의 선박에 프로펠러의 직경이 600mm가 들어갈 경우 전개면적비가 얼마인지 구해본다.

기관출력 : BHP 85HP

회전수 : 2,600rpm

감속비 : $i=2.95$

선속 : 14.7노트 반류 $w=0$

$$N = \frac{N_1}{i} \times 1.03 = \frac{2600}{2.95} \times 1.03 = 907.79$$

$$DHP = BHP \times 0.95 = 85 \times 0.95 = 80.75$$

$$V_P = (1-w) V_S = (1-0) 14.7 = 14.7$$

$$\frac{ND}{100} = \frac{907.79 \times 0.60}{100} = 5.446$$

$\frac{ND}{100} \sim \frac{T}{AE}$ 도표로 부터

$$\frac{T}{AE} = 4,750 + (5,000 - 4,750) \times 0.446 = 4861.5$$

$$THP = 80.75 \times 0.685 = 55.31$$

$$T = \frac{55.31}{14.70} \times 146 = 549.33$$

$$A_E = \frac{T}{T/A_E} = \frac{549.33}{4861.5} = 0.113$$

$$A_R = \frac{0.113}{(0.6)^2 \times \frac{\pi}{4}} = 0.40$$

바. 프로펠러의 매칭

그림의 A곡선상의 ㉔위치에서 프로펠러가 설계되었을 때는 기관의 최대출력을 내는 것은 불가능한 일이 된다.

따라서 추정된 선속을 달성할 수 없게되며 B곡선과 같이 설계되었다면 B곡선에서 가르키는 프로펠러는 또한 너무 작다는 것이다. 다시말해서 프로펠러가 C곡선과 같이 설계되면 여러가지 문제가 발생된다.

주기관의 불완전연소, 배기가스온도의 상승, 연료소비율이 증가하게 된다.

이것은 기관의 과부하가 되는 상태이다.

이에 따라 프로펠러와 기관과의 매칭은 (D곡선)기관의 효율적인 사용이 있다는데 그 중요성이 있다.

또한 실험을 통해 프로펠러의 타당성 여부, 주기관의 회전수, 배기가스온도, 기관의 폭발압력 등을 최대출력상태에서 측정해서

이 결과를 가지고 성능곡선과 비교하여 프로펠러가 최대출력을 흡수해 성능을 발휘하는 지 여부를 검토해 봐야 될 것이다.

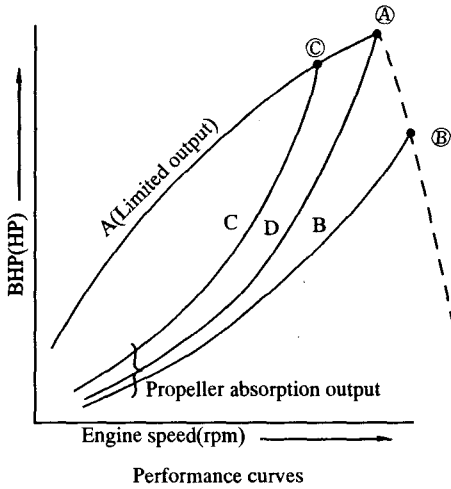


그림 2-5

3. 감속비의 선정

감속비는 프로펠러제원과 선속을 결정하는데 사용되며 선체와 프로펠러속도, 예인력과의 조화를 말한다. 이것은 매우 어려운 일이나 대부분의 경우 감속비는 주어진 한계 내에서 결정되어진다.

가. 선체의 상태

○ 프로펠러의 간격

감속비가 크면 클수록 프로펠러 직경은 커지므로 프로펠러가 들어갈 수 있는 제한값을 조사해야 된다.

○ 프로펠러 축의 직경

감속비가 크면 클수록 축의 직경도 커지므로 스텐튜브의 규격을 감안하여 치수를 조사 검토하는 것이 중요하다.

○ 감속비 선정에 있어 일반적인 적절한 범위는 다음과 같다.

$$\frac{N \cdot D}{V_s}$$

V_s : 선속노트
 N : 프로펠러 회전수(rpm)
 D : 프로펠러 직경 (m)

선정범위 $32 < \frac{N \cdot D}{V_s} < 70$

4. 맺음말

이상으로서 소형선의 선속과 마력, 프로펠러의 간략적인 계산방법을 소개하였다. 초보자에게도 유용하게 이용될 수 있을 것으로 생각되며 주기판의 내구성 및 선체진동방지 차원에서 기관거치시 올바른 거치 작업에 본고가 도움이 되기를 바란다.

맑은 어장 자원보호
황금어장 복지어촌