

소형어선의 프로펠러 설계와 성능추정

한국기계연구소 대덕선박분소

송 인 행

목 차

1. 서 언
2. 프로펠러 설계법
 2. 1 자항요소 추정
 2. 2 최적프로펠러 결정
 2. 3 단독특성 추정
3. 성능추정
4. 설계 예
5. 고 찰

1. 서 언

선미주위의 복잡한 유동 속에서 작동하는 선박용 프로펠러를 설계하는 것은 유동의 이론적, 실험적 해석이 완전하지 않은 현단계에서는 간단한 일이 아니다. 예로부터 이용되어 온 설계방법은 계통적인 프로펠러 계열의 도표를 이용하는 방법과 순환이론에 입각한 방법으로 크게 구분할 수 있다.

첫째 방법은 설계하고자 하는 프로펠러의 특성들이 기준 모형 프로펠러 계열의 그것과 유사할 경우, 요구되는 기관마력 및 선체조건에 적합한 프로펠러를 손쉽게 빠르게 설계할 수 있다는 장점이 있다.

둘째 방법은 캐비테이션 발생의 우려가 있는 과부하 프로펠러나 심한 불균일 반류중에서 작동해야 할 프로펠러에 대해서 세밀한 설계를 할 수 있다는 장점이 있다.

근래에 이르러, 프로펠러의 설계과정 초기에는 첫번째 방법으로 최적 직경, 피치비, 효율 및 날개면적 등의 설계 변수를 잠정적으로 정한 후, 두번째 방법에 의해 상세한 설계를 수행하는 방법이 널리 이용되고 있다.

어선을 포함하는 중소형선의 프로펠러의 경우, 조직적인 계열의 도표를 이용하는 설계방법이 신속한 설계를 할 수 있으며 성능추정이 용이하다는 관점에서 많이 이용되고 있다. 우리나라 대부분의 중소 조선소나 프로펠러 제작회사에서도 이러한 설계도표에 의존하여 프로펠러를 설계하고 있음은 주지의 사실이다. 그러나 이는 여러 번 반복, 수행되는 설계과정을 일일이 손으로 처리하는 계산상의 번거로움과 착오에 따르는 불필요한 낭비를 초래하게 되며, 축적된 자료로서의 가치도 떨어지는 등 생산성의 저해요인으로 작용하고 있다. 이러한 단점을 제거하고 손쉽고 정확한 설계를 수행하기 위하여, 당소에서는 계통적인 단독시험결과를 간단한 수식으로 표현하고, 이를 바탕으로 최적화기법을 사용하여 MAU-계열의 설계도표를 사용하는 설계과정을 전산화한 바 있다 <참고문헌 1>.

본고에서는 소형어선의 프로펠러를 설계하기 위하여 MAU-계열 프로펠러의 단독특성결과를 가지고, 회귀해석법 및 최적화 기법을 사용하여 최적 프로펠러를 설계하는 과정 및 성능추정 과정에 대해서 소개해 보기로 한다.

2. 프로펠러 설계법

서언에서 언급한 프로펠러 설계방법의 과정을 그림 2.1에 보였다.

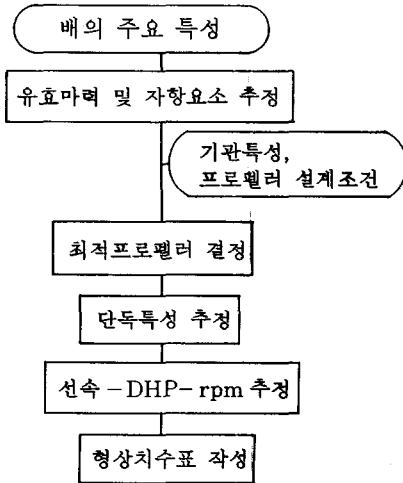


그림 2. 1 프로펠러 설계 과정도

2.1 저항요소 추정

최적프로펠러를 설계하기 위하여는 그 프로펠러가 부착될 선체의 저항 및 추진성능에 대하여 가능한 상세한 자료를 확보하는 것이 필요하다. 여기서 저항에 관한 상세한 특성 추정은 참고문헌 2)를 참고하기로 하고, 저항요소, 즉 추력감소계수 t , 반류비 w 및 프로펠러 상대회전 효율

η_R 에 대하여 살펴본다.

저항요소의 값은 저항특성에서와 같이, 본선 또는 유사선의 모형시험의 결과나 유사선의 속도 시운전의 결과 등을 이용하여 구하거나, 또는 계통적 모형시험의 결과나 종래의 자료를 정리하여 작성된 도표 또는 근사식 등을 써서 추정할 수 있다. 등근 바닥형의 20~140 ton급의 어선의 경우는 Harvald의 도표나 Yamagata의 도표에 실험치 등을 고려하여 사용하면 좋으나 chine line이 있는 소형어선의 경우에는 자료를 구하기가 쉽지 않다. 표 2.1은 참고문헌 3) 중 수행된 저항추진 시험결과로부터 얻은 저항요소인데, 배의 요목도 함께 수록하였다.

2.2 최적 프로펠러 결정

앞에서 추정한 저항특성과 저항요소를 이용하여 기관특성과 선미형상에 부합되는 최적프로펠러를 설계하는 것이 궁극적인 목표인데 먼저 최대프로펠러효율을 갖는 최적직경을 정하고, 더불어 피치비, 날개면적비 및 날개두께 등을 결정하는 것이 순서이다.

초기 설계단계에서 여러 설계변수중 결정하여야 할 변수는 직경, 피치비, 날개면적이다. 통상 $B_p - \delta$ 도표를 사용하여 이들 변수를 결정하는데 최적화 기법을 사용하면 손쉽게 전산화 할 수 있다. 프로펠러가 기관마력을 흡수하는 경우 $C = K_Q/J^5 = \frac{75n^2 DHP}{2\pi\rho V_A^5}$ 의 조건이 만족되며 최적화 기법이란 이 구속조건을 만족시키면서 단

표 2. 1 Chinline이 있는 소형어선의 저항요소 자료

구 분	총톤수	5 톤 (1)	3.5 톤	5 톤 (2)	7 톤
배 수 량 (t)		9.82	6.27	8.418	12.06
LWL (m)		11.7	9.32	10.97	12.06
B (m)		2.4	2.2	2.54	2.8
L / B		4.09	4.24	4.32	4.31
T		0.54	0.534	0.54	0.705
C _B		0.56	0.56	0.504	0.481
V _s (kts)		8.5	7.5	8.0	8.7
t		0.156	0.212	0.218	0.257
w		0.143	0.310	0.175	0.153
η_R		1.015	1.003	1.04	1.124

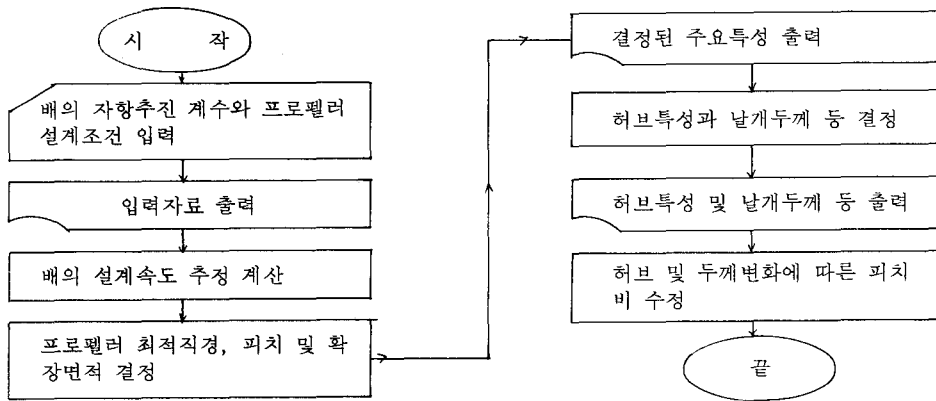


그림 2. 2 최적 프로펠러 결정 프로그램의 구성도

독효율이 최대가 되는 피치비(P/D)와 전진비를 구하는 기법이다. 최적지경(D)은 구하여진 전진비($J = \frac{V_A}{nD}$)로부터 계산된다. 최적화 기법을 이용하는 과정에서 프로펠러의 날개면적비, A_E/A_0 는 Burrill의 캐비테이션 판정기준에 의해 결정되며, 허브 비, 날개두께 등은 간단한 강도계산을 수행하여 계산되고, 이를 고려하여 최종 피치 비를 결정한다.

최적화 기법을 이용하기 위해서는 프로펠러의 계통적 단독시험의 수식화가 선행되어야 하는데 이에 대해서는 다음 항에 서술한다.

최적프로펠러 결정 프로그램의 구성도는 그림 2.2에 나타나 있다.

2.3 단독특성 추정

임의의 프로펠러의 단독특성을 추정하기 위해서는 유사한 계열의 계통적인 단독시험 결과가 그림 또는 수식으로 표현되어야 한다.

프로펠러 단독특성 시험결과를 수식으로 표시하는 데에는 이들 결과를 비교적 간단한 고차다항식으로 표시하는 통계적 회귀해석법이 많이 이용된다. 즉, 추력계수 K_T 와 토크 계수 K_Q 를 날개수와 날개 면적비의 각각에 대하여 아래 식과 같이 피치비와 전진비의 고차다항식으로 가정하고 최소자승법을 이용하여 다항식의 계수를 구함으로써 수식표현이 가능하다<참고문헌 4>

본 시험자료의 결과와 가장 유사한 곡선을 얻

$$K_T = \frac{T}{\rho n^2 D^4} = \sum C_{ij}^T (P/D)^i (J)^j \quad (1)$$

$$10 K_Q = \frac{10 \cdot Q}{\rho n^2 D^5} = \sum C_{ij}^Q (P/D)^i (J)^j \quad (2)$$

$$\eta_0 = \frac{J}{2\pi} \cdot \frac{K_T}{K_Q} \quad (3)$$

을 수 있도록 각 차수별로 plotting 해 본 결과식의 차수를 각각 3으로 결정했다. 최소자승법을 이용하여 구한 계수 $C_{ij}^T \cdot C_{ij}^Q$ 가 표 2.2에 나타나 있다. 표현된 수식의 정확도를 보이기 위해 그림 2.3에 입력자료(실험값)와 수식 표현 값과의 비교를 보여주고 있으며, 표 2.3에는 추력계수 K_T 와 토크 계수 K_Q 를 수식화한 식(1)과 (2)의 적용범위를 나타내고 있다. 따라서 이 수식이 이용되는 프로펠러 단독특성 추정시 또는 설계시 프로펠러의 주요특성이 적용범위에 부합되는가를 검토해야 한다.

단독특성이 수식표현을 검증하는 한 방안으로 앞항에서 언급한 최적화기법을 통하여 $B_p - \zeta$ 도표를 작성할 수 있는데, 계산예를 그림 2.4에 보였다. 이에 의하면 직접 손으로 그린 도표 참고문헌 5)와는 차이가 있음을 알 수 있다. 이는 회귀해석법의 특성으로 기인된 것이나 실제 공학적인 응용에서는 별다른 영향을 미치지 않는다고 보여진다.

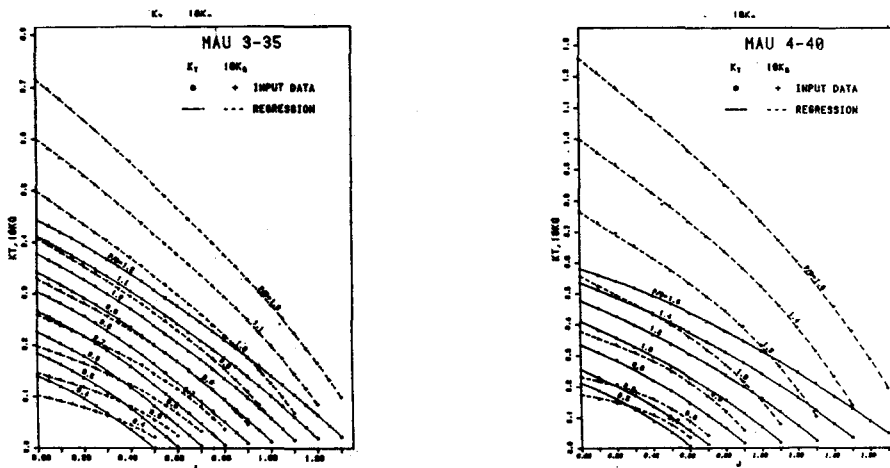
표 2. 2 계열 프로펠러의 단독 특성의 수식표현에 대한 결과

$$K_T = C_{ij}^T (P/D)^i (J)^j$$

$$10 K_Q = C_{ij}^Q (P/D)^i (J)^j$$

	i	j	MAU 3-35	MAU 3-50	MAU 4-40	MAU 4-55	MAU 4-70	MAU 5-50	MAU 5-65	MAU 5-80
C_{ij}^T	0	0	-0.0674536	-0.0687378	-0.0001474	-0.0560577	-0.0646424	-0.0074234	-0.0764546	-0.0128748
	0	1	-0.0751015	-0.1212302	-0.2900881	-0.1937437	-0.1571431	-0.1981725	-0.1345568	-0.1388527
	0	2	-0.3041660	-0.2465525	-0.2644724	-0.3207175	-0.3534932	-0.3964577	-0.3899990	-0.4703999
	0	3	0.1063169	0.1727268	-0.0381288	0.1415830	0.2717910	0.0367620	0.0888334	0.3010865
	1	0	0.5892164	0.5457044	0.4187610	0.5440128	0.4922363	0.4604075	0.6294264	0.3192149
	1	1	-0.3569108	-0.2609504	0.2356777	-0.1383095	-0.1229877	-0.0879429	-0.3376999	-0.2423269
	1	2	0.0901521	-0.0942721	0.2546326	0.2505594	0.0304649	0.3914554	0.3320150	0.2855924
	1	3	-0.1536279	-0.2307054	-0.0327118	-0.2201395	-0.2950153	-0.0790636	-0.1624223	-0.4185277
	2	0	-0.1971395	-0.0578749	0.0350059	-0.0131719	0.1272241	0.0506650	-0.0654519	0.3379987
	2	1	0.2951303	-0.0095168	-0.3545542	-0.0009202	-0.1564544	0.0368657	0.2200446	-0.0076956
	2	2	0.3234639	0.5995814	0.0299011	-0.0267239	0.2333862	-0.1279939	-0.0182617	0.1192634
	2	3	-0.0067481	0.0085561	0.0370220	0.1222395	0.1176184	0.0396169	0.0642455	0.1686530
	3	0	0.0521675	-0.0038145	-0.0438544	-0.0313747	-0.0827072	-0.0488094	-0.0077443	-0.1450585
3	1	-0.0967409	0.1021598	0.1559505	0.0495503	0.1377097	-0.0012424	-0.0477772	0.0553135	
3	2	-0.1886770	-0.3804743	-0.0762877	-0.0331890	-0.1334871	0.0139456	-0.0382110	-0.0997479	
3	3	0.0488185	0.0854031	0.0012230	-0.0206896	-0.0068707	-0.0063409	0.0015954	-0.0092374	
C_{ij}^Q	0	0	-0.0176065	-0.0065957	0.0324114	0.1129100	0.0509697	0.1077106	-0.0178930	0.0729184
	0	1	-0.0183090	0.0339191	0.0203276	-0.1389722	0.1334815	-0.0082556	0.2362586	0.2803990
	0	2	-0.0895205	-0.1072531	-0.3698804	-0.1521688	-0.4510605	-0.0952693	0.0279677	-0.0306121
	0	3	-0.3270370	-0.3558418	-0.2878678	0.0740959	0.2385343	-0.1052510	-0.0550960	0.3271438
	1	0	0.2144957	0.1089628	0.0025192	-0.3487319	-0.2036556	-0.2771245	0.1940973	-0.2298344
	1	1	-0.1321039	-0.1137696	-0.0108519	0.4873902	-0.3587294	-0.1661583	-1.3759790	-1.4434922
	1	2	0.2653115	-0.1646474	0.6398395	-0.5244194	0.4482430	-0.2635570	-0.1523687	-0.3035455
	1	3	0.2510493	0.8969163	0.0903704	-0.1423152	-0.4462985	0.0565588	-0.0174664	-0.5411986
	2	0	0.1563138	0.3104104	0.5960882	1.0633678	1.0108860	1.0378129	0.4949018	1.0367990
	2	1	-0.2596498	-0.3246998	-0.5641272	-1.1009982	-0.4250861	-0.2247197	1.1819780	1.2027810
	2	2	-0.0510880	0.2046463	-0.0303819	0.9886425	-0.1413650	0.4782063	-0.0897452	-0.0355549
	2	3	-0.0052158	-0.7184621	-0.0312009	-0.0556094	0.3040715	-0.1184727	0.0408763	0.3452750
	3	0	0.1464783	0.1546352	-0.0739601	-0.1919152	-0.1652730	-0.2213732	0.0213476	-0.1521706
3	1	0.0833566	0.0237390	0.2353945	0.3767585	0.2397980	0.0752553	-0.4281347	-0.4279097	
3	2	-0.0761559	-0.0298331	-0.1376306	-0.3868991	-0.0653318	-0.1425715	0.1077238	0.1225184	
3	3	-0.0142337	0.1870359	0.0402354	0.0650457	-0.0511894	0.0468082	-0.0172860	-0.0889198	

그림 2. 3 MAU-계열 프로펠러의 단독특성



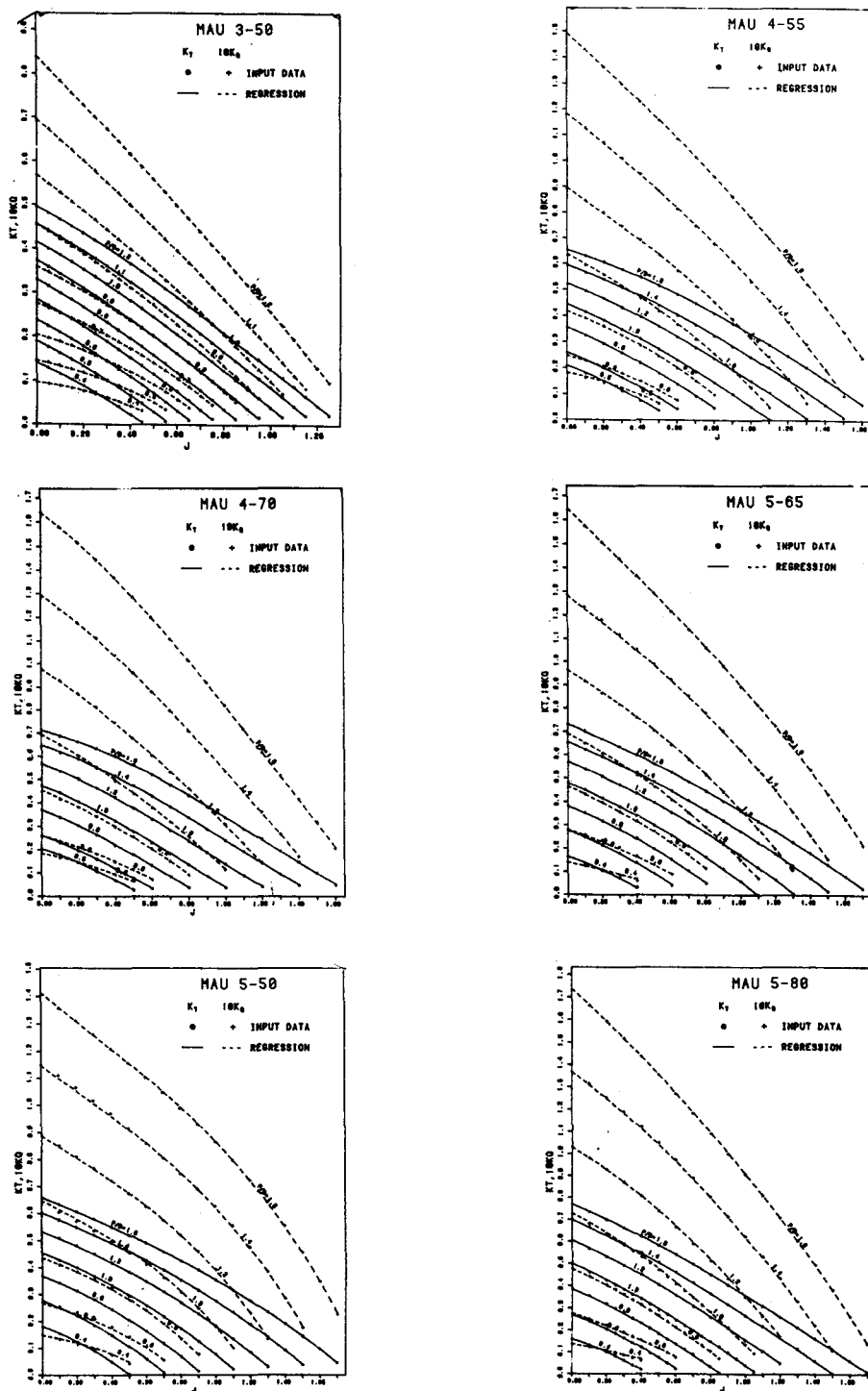


그림 2.3 MAU-계열 프로펠러의 단독 특성

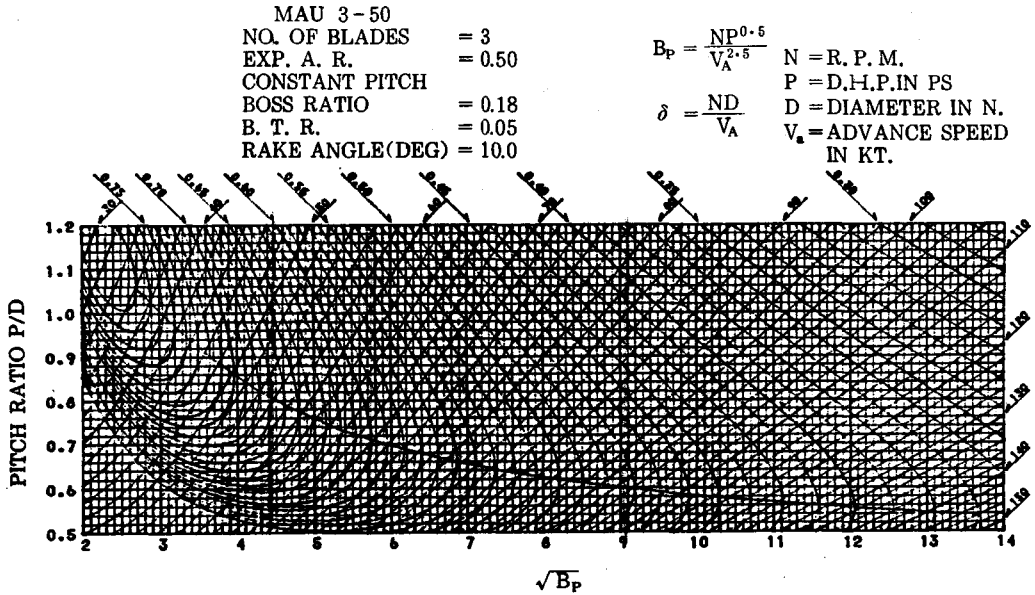


그림 2. 4 Bp-δ형식의 전산화된 설계도표

표 2. 3 단독특성 수식에 대한 적용범위

날개수	날개 면적비	모형프로펠러명	피치비
3	0.35	MAU 3-35	0.4 ~ 1.2
	0.50	MAU 3-50	
4	0.40	MAU 4-40	0.5 ~ 1.6
	0.55	MAU 4-55	
5	0.70	MAU 4-70	0.4 ~ 1.6
	0.50	MAU 5-50	
	0.65	MAU 5-65	
	0.80	MAU 5-80	

(비고; 전진비(J)에 대한 적용 범위는 그림2.3참조)

$$(K_T/J^2)_B = \frac{T}{\rho n^2 D^4} \cdot \frac{n^2 D^2}{V_s^2 (1-w)^2}$$

$$= \frac{T}{\rho D^2 V_s^2 (1-w)^2}$$

$$= \frac{P_E \times 75 \times 9.8}{\rho D^2 V_s^3 (1-w)^2 (1-t)}$$

이며, 여기서

$$T = \frac{R_T V_s}{1-t} = \frac{P_E}{1-t} \text{ (PS)}$$

$$= \frac{P_E \times 75 \times 9.8}{1-t} \text{ (N)}$$

3. 성능추정

프로펠러의 형상이 결정되면, 프로펠러 단독 상태와 선미부착 상태에서의 추력의 일치 즉, $(K_T/J^2)_O = (K_T/J^2)_B$ 를 가정하여 실선에서의 성능을 추정한다.

$(K_T/J^2)_O$ 는 계통적인 단독특성으로부터 각 J별로 얻어지며, 프로펠러가 선미에 부착된 상태의 $(K_T/J^2)_B$ 는 이미 얻어진 저항특성 및 저항요소로부터 각 선속에 대하여 구할 수 있다. 즉

이다.

특정속도에서 $(K_T/J^2)_B$ 를 얻으면 단독특성으로부터 계산한 $(K_T/J^2)_O$ 와 같게 되는 J_A 를 읽을 수 있고, 이 J_A 를 가지고 식 $N = \frac{60 \cdot V_s(1-w)}{D \cdot J_A}$ 으로부터 프로펠러 회전수, N을 구한다. 또한 J_A 에서의 η_0 를 구하면 $\eta_D (= \eta_0 \cdot \eta_H \cdot \eta_R)$ 와 DHP를 얻을 수 있다. 이와 같은 과정을 속도별로 반복하여, V_s -DHP-rpm곡선을 얻는다.

한편 Sea margin을 고려할 경우는, 황천시에

어떤 속도에 도달하기 위한 전달마력 (DHP)_{s,m} 을 가지고 토오크 일치, 즉 $(K_Q/J^3) = (K_Q/J^3)_B$ 를 가정하여 마찬가지로 방법으로 $V_S - (DHP)_{s,m} - (rpm)_{s,m}$ 곡선을 얻는다. 이렇게 구한 속도-전달마력-회전수 관계는 프로펠러의 성능을 보여줄 뿐 아니라 프로펠러 추력의 곡선도 및 프로펠러 회전 토오크와 기관회전 토오크 특성도를 계산하는 데에도 사용된다.

표 2. 4 프로펠러 설계자료

1) 선체요목

∇ (m ³)	9.58	LWL (m)	11.7
B (m)	2.4	T (m)	0.54
C _B	0.56	h	0.65

2) 주기자료

기 종	3 DM - 45
MCR	45 PS × 613 rpm
NCR	40.5 PS × 592 rpm

3) 프로펠러 설계조건

프로펠러 수	1
설계 상태	항구발 (8.5 kts)
날 개 수	3
Sea margin	15 %
rpm margin	1.5 %
제한 직경	71 cm

4. 설계 예

2. 2, 2. 3절 및 3절의 내용에 따라 작성되어 있는 전산프로그램들을 실제 프로펠러의 설계 및 성능추정에 응용하여 보았다.

대상선박 및 주기관은 당 연구소에서 설계 및 모형시험을 수행한 바 있는 chine line 이 있는 5톤급 FRP 어선이다. 이들 자료는 표 2. 4에 수록하였다.

DETERMINATION OF OPTIMAL DIAMETER PITCH
5 TON FRP FISHING BOAT SAMPLE RUN

SELF PROPULSION FACTORS

V(KTS)	EHP(PS)	T	W	ETAR
7.00	9.0	0.162	0.140	1.011
8.00	16.0	0.174	0.149	1.016
8.50	21.0	0.156	0.143	1.015
9.00	27.0	0.148	0.128	1.014
9.50	34.0	0.143	0.114	1.010

PROP. RPM=592.3
PROP. DHP= 39.3(PS)
NO. OF BLADE= 3
SHAFT SUB.= 0.65 M

PROP. DIAMETER(GIVEN)= 0.710 M

SHIP SPEED= 8.726 KNOTS
AE/AO= 0.458
PROP. DIAMETER= 0.710 M
P/D= 0.932
OPEN WATER EFF.= 0.632

DETERMINATION OF HUB GEOMETRY
HUB-DIAMETER RATIO, X1=0.266
RAKE ANGLE, RK=10.0(DEGREE)
ALLOWABLE COMPRESSION STRESS, SIGMAC= 600.(KG/CM²)
CHORD LENGTH AT HUB, CHUB= 10.55(CM)
THICKNESS AT HUB, THUB= 2.32(CM)
THICKNESS AT TIP, THTIP= 0.32(CM)
THICKNESS AT SHAFT CENTER, THCEN= 3.05(CM)
THICKNESS-DIAMETER RATIO AT SHAFT CENTER, BTR=0.0429

CORRECTION OF PITCH RATIO
PITCH RATIO, P/D=0.940

표 2. 6 최적 프로펠러 결정프로그램에 대한 출력 예

표 2. 5 자항추진시험결과(항구발 상태)

V _S (kts)	EHP (ps)	1 - t	1 - w	η _H	η _R	η _O	η _D	DHP (ps)	rpm
7	9	0.838	0.860	0.974	1.011	0.637	0.628	15	429.3
8	16	0.826	0.851	0.971	1.016	0.617	0.609	26	509.3
8.5	21	0.844	0.857	0.985	1.015	0.609	0.609	34	555.3
9	27	0.852	0.872	0.977	1.014	0.604	0.598	45	605.7
9.5	34	0.857	0.886	0.967	1.010	0.601	0.588	57	654.0

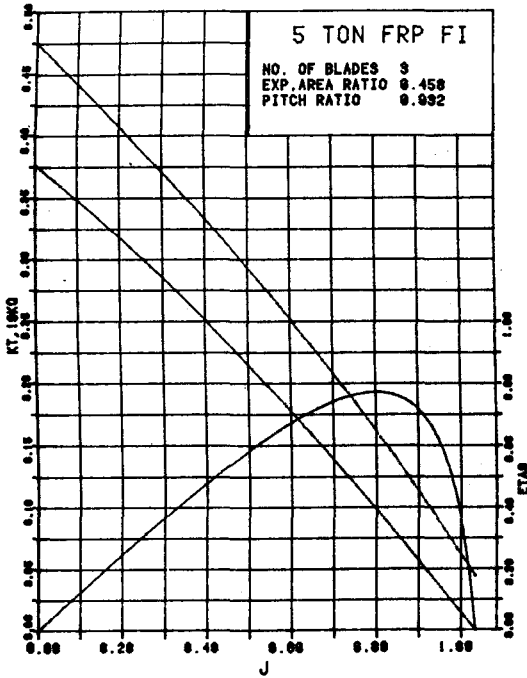


그림 2.5 프로펠러 단독특성 곡선

DETERMINATION OF OPTIMAL DIAMETER PITCH
5 TON FRP FISHING BOAT SAMPLE RUN

SELF PROPULSION FACTORS

V(KTS)	EHP(PS)	T	W	ETAR
7.00	9.0	0.162	0.140	1.011
8.00	16.0	0.174	0.149	1.016
8.50	21.0	0.156	0.143	1.015
9.00	27.0	0.148	0.128	1.014
9.50	34.0	0.143	0.114	1.010

PROP. RPM=592.3
PROP. DHP= 39.3(PS)
NO. OF BLADE= 3
SHAFT SUB.= 0.65 M

PROP. DIAMETER(GIVEN)= 0.710 M

SHIP SPEED= 8.726 KNOTS
AE/AO= 0.458
PROP. DIAMETER= 0.710 M
P/D= 0.932
OPEN WATER EFF.= 0.632

DETERMINATION OF HUB GEOMETRY
HUB-DIAMETER RATIO, X1=0.266
RAKE ANGLE, RK=10.0(DEGREE)
ALLOWABLE COMPRESSION STRESS, SIGMAC= 600.(KG/CM2)
CHORD LENGTH AT HUB, CHUB= 10.55(CM)
THICKNESS AT HUB, THUB= 2.32(CM)
THICKNESS AT TIP, TH TIP= 0.32(CM)
THICKNESS AT SHAFT CENTER, THCEN= 3.05(CM)
THICKNESS-DIAMETER RATIO AT SHAFT CENTER, BTR=0.0429

CORRECTION OF PITCH RATIO
PITCH RATIO, P/D=0.940

표 2.6 최적프로펠러 결정프로그램에 대한 출력 예

프로펠러의 형상은 MAU로, 날개수는 3개로 택하였으며 모형시험 자료는 표 2.5에 정리하였다.

최적프로펠러를 설계한 결과 선정된 기본제원은 표 2.6에, 그리고 이의 단독특성은 표 2.7 및 그림 2.5에 각각 보였다.

5 TON FRP FISHING BOAT SAMPLE RUN

NO. OF BLADE = 3 AE/AO = 0.458
PITCH RATIO = 0.932

SELECTION OF REGRESSION EQ. = 33

J=0.4600	KT= 0.2297E+00	KQ= 0.3097E-01	ETAO=0.5431
J=0.4800	KT= 0.2225E+00	KQ= 0.3017E-01	ETAO=0.5633
J=0.5000	KT= 0.2151E+00	KQ= 0.2936E-01	ETAO=0.5831
J=0.5200	KT= 0.2077E+00	KQ= 0.2854E-01	ETAO=0.6023
J=0.5400	KT= 0.2003E+00	KQ= 0.2772E-01	ETAO=0.6210
J=0.5600	KT= 0.1927E+00	KQ= 0.2688E-01	ETAO=0.6390
J=0.5800	KT= 0.1852E+00	KQ= 0.2604E-01	ETAO=0.6563

표 2.7 프로펠러 단독특성 추정 프로그램에 대한 출력 예

PREDICTION OF VS-DHP-RPM ON SERVICE COND (FULL LOA)

1. ASSUME THRUST IDENTITY
2. W/ 0.X P.M.

SPEED	7.00	8.00	8.50	9.00	9.50
EHP (PS)	9.0	16.0	21.0	27.0	34.0
1-W	0.860	0.851	0.857	0.872	0.886
1-T	0.838	0.826	0.844	0.852	0.857
KT/J2	0.4423	0.5457	0.5763	0.5972	0.6158
JTS	0.6199	0.5816	0.5717	0.5651	0.5596
(F POW)					
RPM	422.17	508.91	553.98	603.71	653.91
ETAO	0.689	0.658	0.649	0.643	0.638
ETAH	0.974	0.971	0.985	0.977	0.967
ETAR	1.011	1.016	1.015	1.014	1.010
ETAD	0.6789	0.6487	0.6489	0.6374	0.6237
DHP	13.3	24.7	32.4	42.4	54.5

** SHIP SPEED = 8.852 KTS
** NCR(BHP=ETAT) = 39.3 PS
** PROPELLER RPM =588.91

PREDICTION OF VS-DHP-RPM ON SERVICE COND (FULL LOA)

1. ASSUME TORQUE IDENTITY
2. W/15.X P.M.

SPEED	7.00	8.00	8.50	9.00	9.50
EHP (PS)	9.0	16.0	21.0	27.0	34.0
(W/15.XHP)	10.1	17.9	23.5	30.2	38.0
1-W	0.860	0.851	0.857	0.872	0.886
1-T	0.838	0.826	0.844	0.852	0.857
KQ/J3	0.1175	0.1518	0.1625	0.1699	0.1766
JTS	0.5989	0.5610	0.5513	0.5449	0.5396
(F POW)					
RPM	436.97	527.58	574.48	626.09	678.15
ETAO	0.672	0.641	0.632	0.626	0.621
ETAH	0.974	0.971	0.985	0.977	0.967
ETAR	1.011	1.016	1.015	1.014	1.010
ETAD	0.6621	0.6320	0.6319	0.6202	0.6064
DHP	15.2	28.4	37.2	48.7	62.7

** SHIP SPEED = 8.592 KTS
** NCR(BHP=ETAT) = 39.3 PS
** PROPELLER RPM =583.91

표 2.8 프로펠러 성능추정 프로그램에 대한 출력 예

프로펠러의 형상이 결정된 후 실선에서의 성능을 추정하여 표 2.8 및 그림 2.6에 각각 수록하였다.

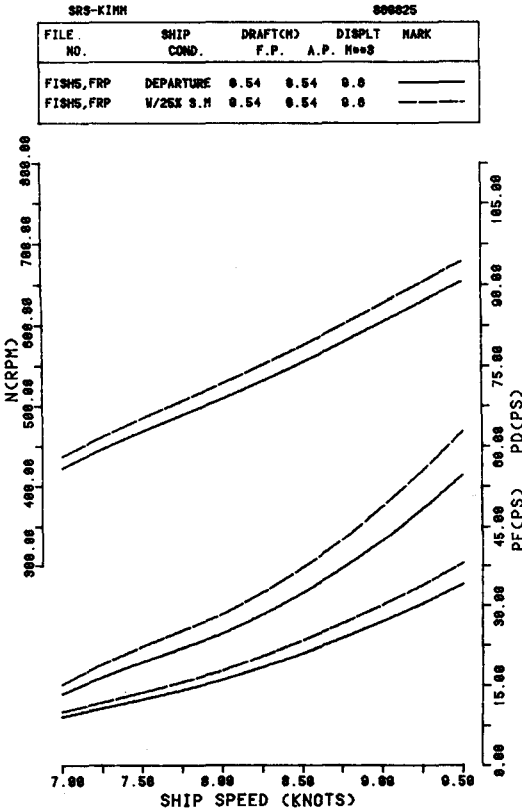


그림 2.6 프로펠러 성능곡선 (Vs-DHP-rpm곡선)

5. 고 찰

이상에서와 같이 MAU-계열의 계통적인 프로펠러 단독시험의 결과를 가지고 통계적 회귀해석

법 및 최적화기법을 써서 최적 프로펠러의 설계 과정 및 성능추정과정에 관하여 살펴 보았다.

이 과정을 전산화하면 $B_p - \delta$ 도표를 사용할 때 보다 훨씬 손쉽게 정확한 설계를 수행할 수 있으며, 자료의 축적 및 이용에도 도움이 된다. 또한 선박의 초기 설계시에 프로펠러의 최적 직경 및 적절한 기관 마력을 선정하는 데에도 짧은 시간안에 많은 정보를 제공받을 수 있다.

당 연구소에서는 전산프로그램을 개발하여 사용하고 있으며, 프로그램 manual도 구비하여 이를 널리 보급할 예정이다.

중대형 어선에서도 전술한 방법으로 프로펠러를 설계할 수 있으나 상대적으로 캐비테이션, 진동 등의 우려가 크기 때문에 계열자료를 근간으로 하고 그 위에 이론적, 경험적 해석자료를 더하여 설계하는 방법이 바람직하다.

참 고 문 헌

- 1) 이창섭, 서정천 외, " '83 중소기업 기술지원 사업", 과학기술처 연구보고서 BSG 089 Q - 382. D, 1984.
- 2) 이영길 "어선의 생력화를 위한 선형설계에 관하여", 어선 제 26호, 1986.
- 3) 김훈철, 이창섭 외, "소형어선 근대화에 관한 연구(II)", 과학기술처 연구보고서 BSG 042 - 279 (2). D, 1983.
- 4) 이창섭, 서정천 외, "MAU 프로펠러 단독특성의 수식표현", 한국기계연구소 소보 제 11집, 1984.
- 5) Yokoo & Yazaki, "프로펠러 설계법 및 참고도 표집", 1976.