

어선의 선형설계(1)

현대선박해양연구소
책임연구원 이귀주

1. 서 언

배의 형상은 사용 목적에 적합하도록 특성 형상으로 설계된다. 1980년대 후반부터 건조되는 배의 특징으로는 산업구조의 다변화로 인한 다양한 전용선의 등장, 컴퓨터 기술의 발달로 인한 자동화, 탱커류의 해양 오염 방지를 위한 이중 선체구조 그리고 선주·승무원·승객의 요구에 부응한 선속의 고속화, 소음과 진동의 최소화 등을 들 수 있다.

어떠한 목적의 선박이라도 그 선형(船型)은 저항·추진·운동·조종 등의 성능상 문제가 없도록 조화와 균형을 잘 이룬 형상이 되어야 하며 이러한 문제들을 총괄적으로 해결하기 위하여 선수는 물을 무리없이 가르고 선체는 물의 흐름이 용이하도록 그리고 선미는 프로펠러에 유입되는 유속의 적절한 분포를 갖도록 하는 등의 기본조건을 우선적으로 만족시키는 상태에서 선형을 설계하여야 할 것이다. 과거에는 일반적으로 선박의 선형을 이러한 여러 가지 조건을 무리없이 만족시키기 위하여 기존 건조 선박의 자료를 참조하여 유사한 형상으로 설계하였으나 이렇게 경험적 방법에만 의존하다 보면 성능의 개선이 없고 신선형에 대한 개발 능력도 상실하게 된다.

일반 상선과 마찬가지로 1980년대 초반에서부터 서야 국내에서는 어선의 선형 설계를 제한된 경험적 방법에서 탈피하여 체계적이

고 과학적인 방법으로 시도하기 시작하였다.

본고에서는 필자가 어선협회 기술부와 공동으로 한국 표준 어선의 선형설계 및 성능 조사 프로젝트에 참여했던 경험을 상기하여 1차적으로 어선의 선형설계 및 성능 추정에 관련된 기본적인 사항을 정리하였다.

다음 단계로는 이제까지 수행한 한국 표준 어선들의 모형시험 결과들을 체계적으로 분석하여 설계 자료화 할 수 있는 내용을 정리할 예정이다.

2. 어선의 선형 설계 사전 결정 사항

2.1 어선의 선질

농림수산 통계연보에 의하면 우리 나라의 어선은 1990년 말 현재 총 99,658척으로 강선 4,084척, 목선 88,927척 그리고 FRP 선이 6,647척이고 이 중에서 10톤 미만 연안어선이 91,755척으로 약 92%를 차지하고 있다. 동 자료에 의하면 전 어선의 89.2%가 목선이고 FRP 어선이 6.7%인 것으로 나타났다. 또한 일본에서는 총 416,067척 중 약 72.7%가 FRP 어선으로 FRP에 의한 선질개선 및 어선 분야의 전문 연구기관에서의 지속적인 연구 개발로 어선 성능향상에 의한 어획 강도가 높은 고효율 어선이 개발되어 사용되고 있다.

어선의 선형 설계에 있어 우선적으로 고

려되어야 할 사항 중의 하나가 선질의 선택이다. 앞서 언급한 바와 같이 우리 나라의 FRP선이 6.7%에 불과한 반면 일본의 경우는 72.7%가 FRP선이다. 어선의 선질로는 과거에는 목선과 강선이 주종을 이루었지만 FRP나 알루미늄이 어선의 고속화에 현재까지 가장 적합한 재료이기 때문에 앞으로는 FRP나 알루미늄선이 차세대 어선으로 주목을 받을 것이다. 일본에서 조사한 목선, 강선, FRP선 및 알루미늄 선의 선질을 비교해 보면 표1에서와 같이 재료의 특성면에서는 강선-알루미늄선-FRP선-목선의 순으로 우수한 것으로 나타났으나 경제성 측면에서는

FRP선이 그리고 성능 측면에서는 알루미늄선이 우수한 것으로 나타났다. 표 1 을 총체적으로 비교해 보면 10톤 까지의 어선은 FRPP선이 유리하고 10톤 이상의 어선은 FRP선과 알루미늄선이 거의 비슷한 수준으로 유리하게 나타났다.

알루미늄선은 가벼워서 고속화에 가장 유리하나 건조비가 FRP선의 1.5배 정도 비싸고 용접의 어려운 단점이 있다. 이러한 재료 이외에 현재 개발되었거나 앞으로 개발될 신소재의 사용도 의외로 좋은 결과를 가져올 가능성이 많다.

표1 어선의 선질별 비교표

재 료 의 특 성	항 목					항 목				
	목	강	FRP	AI		목	강	FRP	AI	
	강 도	2	5	3	4	내화성	2	5	3	4
	탄성율	3	5	3	4	자기절연성	4	1	3	2
	피로강도	2	5	3	4	자기투과성	3	5	3	5
	탄력성	3	1	3	1	내약품성	2	1	3	3
	비 중	4	1	3	2	내마모성	2	5	3	4
	충격치	2	5	3	4	외관성	2	1	3	1
	열전도율	4	2	3	1					
	강의 안전도	2	5	3	5	계	37	47	42	44

건 조 공 작 성	설계의 난이도	3	3	3	3	양산성	1	2	3	2
	공적정도	2	2	3	2	형상의 자유도	1	1	3	1
	재료의 관리	3	5	3	5	기관 및 축계	3	4	3	4
	건조설비	3	2	3	2	의장의 난이도	3	5	3	4
	작업숙련도	3	2	3	1					
	가공성	3	4	3	4	계	25	30	30	28

선 의 성 능	중 량	5톤미만	2	1	3	2	내구성	10톤미만	2	1	3	3
		5~10톤	2	1	3	3		" "	" 이상	2	2	3
	속 력	10톤이상	1	2	3	4	무선소음		2	5	3	4
		" 톤미만	2	1	3	2		조종성	2	3	3	3
		" 톤이상	1	2	3	4		내파성	2	2	3	3
	안정성	5톤미만	4	3	3	3	계	5톤미만	16	16	21	20
		" "	3	3	3	3		5~10톤	16	16	21	21
								10톤이상	13	19	21	24

경 제 성	가 격	5톤미만	2	2	3	1	수선비	2	2	3	2	
	"	5~10톤	2	3	3	2	의장비	2	1	3	2	
	"	10톤이상	2	4	3	2	사용관수	1	1	3	2	
	보수비		1	1	3	2	보 험	2	3	3	3	
	연료비	5톤미만	1	1	3	2	SCRAP대금	3	4	3	4	
	"	5~10톤	1	1	3	3	계	5톤미만	14	15	21	18
	"	10톤이상	1	1	3	4		5~10톤	14	16	21	20
								10톤이상	14	17	21	21

기 타	총돌파손도	2	5	3	4	부서짐의 난이도	2	1	3	1
	추진기부근방식	3	4	3	4	파손정리	2	2	3	2
	방화대책	3	5	3	4	계	12	17	15	15

2.2 기본적 형상

어선의 선형은 일반적으로 배수량형(displacement type), 활주형(planing type), 각형정, Kunckle형선 등으로 나눌 수 있으며 각 선형마다 장·단점을 갖고 있어 배의 속도, 안정성, 작업성 등을 고려하여 선형의 기본 윤곽을 결정하게 된다. 비교적 저속선형인 경우배수량형 및 각형정의 형상으로 선형이 이루어지고 있으며 배수량형의 경우 선체 주위의 유선의 흐름이 매끄럽게 되어 저항추진 성능이 각형정에 비하여 우수하나 복원성이나 조업성의 측면에서는 다소 불리한 면이 있다. 반면 각형정의 경우 어민들이 오래전부터 목선으로 이 형상의 선형을 사용해 오고 있고 특히 넓은 갑판면적과 우수한 복원 성능의 이점으로 아직도 많은 어민들이 선호하고 있는 실정이다. 또한 활주형선은 주로 소형 여객선에 적용되는 선형으로 저속의 범위에서는 기대하는 효과를 얻지 못하고 오히려 hard chine으로 인하여 큰 저항이 발생하는 단점이 있다. 이러한 활주형 선종으로는 Dynamic Lift형(planing hull, hydrofoil선) 및 static lift형(hovercraft, hovermarine)등이 있으나

어선의 선형으로 적용하려면 많은 연구가 필요하다.

1980년대 후반에 들어서면서부터 국내 인건비 상승 및 어가의 개선으로 인하여 계획 선속이 점차 고속화하고 있는 바 활주형 선형이나 SWATH 그리고 쌍동선 등의 선형은 진보적인 자세에서 어선 적용 가능성을 검토해야 할 것이며 고속화 선형들도 각각 장·단점이 있기 때문에 선속, 어획방법, 종류에 따라 그 특징을 잘 고려하여 선형을 결정해야 할 것이다. 활주선은 비교적 건조나 설계가 용이하고 건조비도 저렴하며 낮은 흘수로 항구 및 항로 개설이 용이하나 내파성이 떨어지는 단점이 있고 쌍동선의 경우 넓은 갑판면적, 안정성의 측면에서 유리하나 속도성능, 조종성, 내파성이 떨어지며 SWATH 선형은 넓은 갑판면적, 운동성능 등의 이점이 있고 하중변화에 따른 흘수변화 및 heave 운동의 진폭이 큰 단점이 있다.

어선으로 적용 가능한 고속 선박들의 특성을 정리해 보면 다음과 같다

가) 쌍동선(Catamaran)

○ 침수면적이 크기 때문에 저속에서 저항이 크지만 고속에서는 조파저항 감소

- 40노트 이상은 무리
- 건조비가 싸고 갑판면적이 넓음
- 실제 취항은 많지 않고 고속정의 영역에 도달하는 것도 별로 없음
- 안정성이 좋음
- 속도성능, 조종성능, 내파성능이 좋지 않음

나) 활주형선(Planing Hull)

- 선체와 수면사이의 동압을 이용 선체 부양

- 흘수가 낮아 항구 및 항로 개설 용이
- 50노트 이상은 무리
- 선가가 저렴하고 취급이 용이함
- 운동성능이 좋지 않아 승선감이 나쁨

다) 최소 수선면 쌍동선(SWATH)

- 넓은 갑판면적
- 안정성이 좋음
- 수선면적이 작으므로 운동성능이 우수함
- 정수 중에는 약간의 마력 증가가 예상되나 거친 해상상태에서는 타 선종에 비해 효과적

- 25노트 정도의 선박에 적합함

내수로 및 호수 등 파가 많지 않은 항로를 운항할 경우 내파성능 및 감속성이 중요하지 않으므로 비교적 채산성이 높은 활주선이나 쌍동선이 적합하며 거친 해상상태에서는 SWATH선이 바람직하고 연근해 항로 중 해상상태가 양호한 곳에서는 선가가 낮고 채산성이 좋은 쌍동선이나 활주선이 적합한 선종이다.

한편 해상상태나 어로조건에 맞추어서 여러 가지 선형 특성을 혼합한 새로운 개념의 선형도 최근에 많이 등장하고 있다.

2.3 선형 설계 자료

어선의 선형 설계에 앞서 우선 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

가) 어장, 안벽 및 운항구역을 고려한 선 수 측면형상(stem profile) 및 sheer의 정도

나) 어로 작업에 충분한 갑판면적 확보를 고려한 flare

다) 선미부와 프로펠러간의 적절한 간격(clearance) 유지 및 해상 조건을 고려한 선미 flatness의 정도 결정

라) 선수에 어구나 얼음상자 적하시 과대한 트림으로 운항성능이 저하되는 것을 방지하기 위한 적절한 배수량 증가

마) 저항성능 및 내항성능을 고려한 선저 구배 결정

바) 파랑하중을 고려하여 중앙 단면에서 배의 폭과 chine의 폭의 경사 정도 결정

사) 선속에 적절한 entrance angle 및 run angle 결정

아) 저항 측면에서의 Cp-curve의 형상, 수선면의 형상, LCB, Cb, Cm 등을 결정

또한 FRP에 의한 선질 개선시 다음과 같은 사항들을 고려하여 설계하여야 한다.

가) 선속의 고속화

국내의 기존 어선의 경우 보통 선속이 10노트 내외이나 일본이나 중국의 어선의 경우 15~25노트이므로 공해상에서 경쟁면이나 선원 고급화로 인한 운항 경제성 측면에서 속력을 가능한 높여야 한다.

나) 횡요의 최소화

FRP 어선의 취약점인 횡요의 문제를 해결하기 위하여 선도의 개선, 연료창 및 화물창의 재배치를 고려해야 한다.

다) 선수침하 현상 개선

최근 FRP 어선에서 문제가 되고 있는 악천후에서의 선수 침하현상을 개선하기 위하여 선형 선도 작성시 선수 돌출부를 추가하는 등의 방법으로 선수 체적을 증가시켜야 한다.

라) 선가 개선

현재까지 단독 주문 생산에 의한 높은 생산가를 줄이기 위하여 몰드를 표준화하여야

하며 선형을 가급적 성능에 지장이 없는 범위 내에서 최대한 단순화하여야 한다.

마) 선미 소음 제거

선미 flap에 의한 소음을 제거하기 위하여 유선형 부가물로 대체하거나 선형 선도 제작시 동 효과를 갖도록 선형을 개선하여야 한다.

3. 여러 나라의 어선 선도 비교

어선의 형상은 조업방법, 선종, 해상조건, 해안의 상태 그리고 생활 습관 등에 의하여 결정되기 때문에 선종에 따라 지역별 나라 별로 독특한 선형 특성을 갖는 경우가 많다. 1960년대까지는 선조때 부터 내려온 선형을 그대로 사용하거나 조금씩 시대의 변화에 따라 변형시킨 선형이 대부분이었고 최근에 들어서면서 부터 선속의 고속화나 선질의 개선 그리고 승선감 및 안정성 등의 문제가 대두되어 이의 개선에 대한 노력이 시도되고 있다.

이러한 문제점들이 대두되기 이전 1960년대에 주로 건조 운항되었던 주요 국가별 어선의 선형들을 그림 1-1에서 부터 그림 1-8에 소개하였다. 그림 1-1은 미국 후로리다주에서 건조 운항되었던 총 톤수 20톤급 근해어선의 선도이고 그림 1-2는 덴마크영 그린란드에서 건조된 전장 9.75m급 어선의 선도이며 그림 1-3은 아일랜드에서 건조된 전장 20.20m급 어선이다. 그림 1-4는 일본에서 건조된 선형으로 기존 각형정의 선도를 건조가 용이하도록 변형시킨 것으로 장-폭비를 여러 가지로 변형시킨 아카스키 계열선의 기본 선형이다. 그림 1-5는 독일의 어선 선도로서 기존어선의 선수 용골의 경사각을 직각에서 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 정도 기울인 것이며 배의 특성은 길이가 19.75m, 폭이 6.25m 그리고 흘수가 2.19m이다. 그림 1-6은 터키에서 건조된 어선의 선도로서 배의 길이가

14.0m이고 폭이 4.5m이다. 그림 1-7은 홍콩에서 건조된 수선 간장 30.0m, 폭 9.0인 선미 트롤선이고 그림 1-8은 캐나다에서

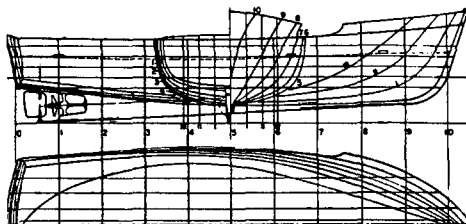


그림 1-1 미국 어선 선도

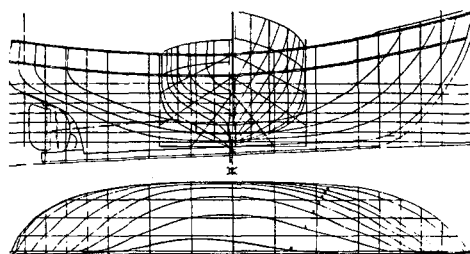


그림 1-2 덴마크 어선 선도

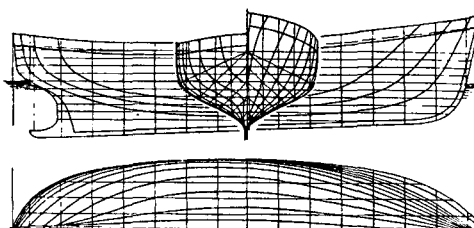


그림 1-3 아일랜드 어선 선도

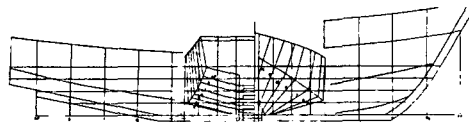


그림 1-4 일본 어선 선도

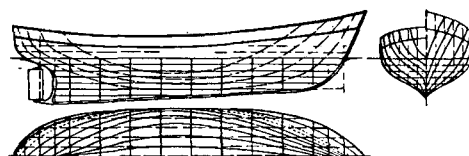


그림 1-5 독일 어선 선도

건조된 다목적 트롤선으로서 비척 계수가 0.45, 중앙단면 계수가 0.74이고 선수 입사각이 24°이다. 이러한 선형들의 특징을 세밀히 조사해 보면 부분적으로 우리 나라의 표준 어선 선형 설계에 응용할 수도 있을 것이다.



그림 1-6 터키 어선 선도

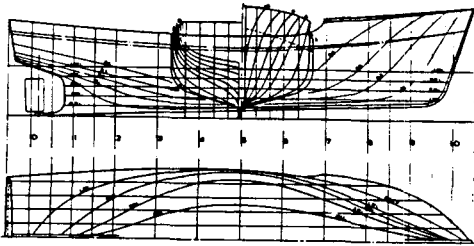


그림 1-7 홍콩 어선 선도

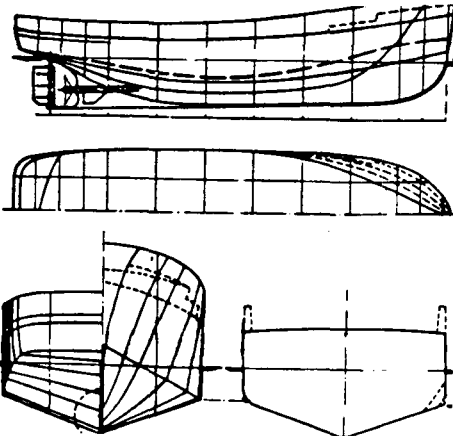


그림 1-8 캐나다 어선 선도

4. 회류수조 시험에 의한 선형 성능 평가 및 선형 개선

회류수조는 모형선을 고정시키고 수조 내의 물을 일정속도로 회전시켜 모형시험을 수행함으로써 시험 설비의 면적이나 설치비용, 시험 비용면에서 예인수조에 비하여 경제적

인 장비이다. 또한 모형선의 제작과정이나 제작소요시간 그리고 실험의 신속성 및 간편성 등 예인수조보다 유리한 점이 많으나 모형선의 크기가 예인수조 모형선의 1/2~1/4로 제한되어 있어 척도 영향이 크고, 제한된 수조의 크기로 인한 측벽 효과, 수조내 물의 회전력으로 인한 수면의 경사현상 그리고 미세하나마 자유표면의 거칠기 등의 영향으로 시험 결과의 해석시 세심한 주의와 많은 경험을 필요로 한다.

일본에서는 이 회류수조를 선박의 설계 이외에도 토목, 수산, 해양, 항공, 의학 그리고 체육에까지 사용하고 있다. 특히 요즈음은 회류수조 내에서 어패물의 양식, 수영 선수의 훈련 및 살빠기 운동 등에까지 사용되고 있으며 독일에서도 이를 사용하여 올림픽에서 수영 부분의 기록 갱신에 큰 역할을 하는 등 다양한 용도로 쓰여지고 있다. 무엇보다도 회류수조는 선체 및 각종 부유체 혹은 고정체 부근의 유선(stream line)을 직접 육안으로 장시간 관측할 수 있는 것이 커다란 장점이 되고 있어 이를 위한 유선 혹은 유장의 관측 기법이 많이 연구되어지고 있으며 이러한 기법들이 선형의 설계 및 개선에 응용되어지고 있다.

4.1 저항시험

회류수조에서는 선박 모형선의 크기가 보통 1.5m~2.5m 정도이므로 측정되는 저항값도 작은 값이어서 높은 정밀도를 갖는 동력계가 요구된다. 현대선박해양연구소의 회류수조 저항동력계는 스트레인 게이지형으로서 0.1gr의 분해능(分解能)과 0.2gr의 정도(精度)를 갖고 있다. 모형 고정 장치는 중요 운동과 요우 운동만 구속하며 모형선은 자유로운 트림을 갖게 되는데, 이때의 트림양은 회전 각도 검출기에 의해 측정되며 또한 모형 고정대에 미치는 출력도 측정 가능

하다. 예인점의 선택은 모형선의 크기가 작아서 예측되는 저항 값에 큰 영향을 미치지 않으므로 보통 모형선의 중앙에서 FP 쪽으로 50mm 떨어진 위치로 정한다.

Stud는 직경 1.6mm, 높이 2.0mm이며 비척선의 경우 구상선수 길이의 중앙선 상과 91/2 station 상에 선체 양측에는 10mm 간격, 선저부에는 5mm 간격으로 붙이고 CB가 0.8 이하인 선형에 대하여는 8 station에 91/2 station 상과 같은 방법으로 한 줄을 더 붙인다.

Stud로 인한 추가 저항 계수는 식(1)과 같다.

$$C_{SDM} = 0.312 \times 10^{-3} N/Wa \quad (1)$$

여기서 N은 stud 수이고 Wa는 모델의 표면적이다.

회류수조에서 예측된 저항 값은 물 표면의 경사현상에 의한 수정을 다음의 식으로 수행한다.

$$R_{to} = \frac{R_t}{\cos \theta} \times \Delta \cdot \sin \theta \quad (2)$$

여기서 R_{to} 는 실제 저항 값, R_t 는 예측된 저항 값, Δ 는 모형선의 중량이며 θ 는 수조의 자유수면 경사각이다.

또 측벽효과에 의한 수정은 Tamura 방식에 따라 수식(3)과 같이 계산한다.

$$\frac{\Delta V}{V^3} = 0.85m_1(L/BT)^{3/4} \frac{1}{1-F_{NH}^2} \quad (3)$$

여기서 V 는 유속, ΔV 는 속도 변화량, m_1 은 수조단면과 모형선의 단면과의 비율이며 F_{NH} 는 수조내 수심에 따른 Froude 수이다.

4.2 자항시험

회류수조에서 사용되고 있는 자항시험법은 추진기 하중도와 추력 감소율 및 반류율

의 관계를 실험에서 구하고, 그 결과를 선체와 추진기 간의 간섭이론으로 비교함으로써, 선형의 자항상태를 파악, 그 성능을 해석하는 것이다. 하중도 변경시험은 배가 일정속도 V로서 항주할 때의 전 저항을 선체가 추진기로 부터 받는 추력 T와 선체를 예인하는 힘 R_m 의 합으로서 정의하며, T를 0에서 부터 완전 자항점까지 추진기의 회전수로서 변화시키며 T와 R의 관계를 조사한다.

$$R = R_m + T \quad (4)$$

일반적으로 R_m 은 T와 함수로서 변하므로, 전저항 R을 T의 함수인 $G(T)$, R_c 는 T=0에서의 저항이라고 하면, R,t는 (5), (6)식과 같이 표시된다.

$$R = G(T) + R_c \quad (5)$$

$$t = \frac{R - R_c}{T} = \frac{G(T)}{T} \quad (6)$$

4.3 프로펠러 단독시험(Propeller Open Water Test)

회류수조에서의 추진기 단독시험은 carriage boat 내에 동력계를 설치, 그 구동에 의해 추진기를 회전시켜, 추력, 토크 등의 추진기 단독특성을 예측한다.

일반적으로 시험에 사용되는 추진기는 날개수가 3~5로서 그 직경이 60~90mm 정도이고, 모형시험시 추진기 회전수는 초당 10, 20, 30 등에 고정되며 추진기는 수면으로부터 추진기 직경 정도의 수심에 추진기 날개 상부끝이 오도록 설치한다. 예측 범위는 추력이 0~600g 토크가 0~600g-cm이고, 허용 오차 범위는 0.15%로서 정도(精度)있는 값을 예측할 수 있다.

4.4 반류분포시험(Wake Survey)

모형선 뒤의 프로펠러 면에서의 측방향

속도 분포가 프로펠러형 유속계에 의해 계측된다. 이 유속계는 지름이 3mm인 stainless propeller type sensor와 Y-Z traverser로 구성되어 있으며, 또한 이것은 소형 컴퓨터에 연결되어 그 계측점이 자동으로 이동 조절된다. 시험시 계측된 유속으로부터 각 계측점에서의 반류비(wake fraction)는 다음과 같이 Taylor의 정의에 따른다.

$$W = 1 - \frac{V_A}{V} \quad (7)$$

여기서, V_A 는 각 계측점에서 계측되는 유속(m/s)

V 는 모형선의 속도(m/s)

W 는 반류비 이다.

그리고, 이 반류비들은 Sasajima 방법에 의해 실선의 분포로 확장한다.

4.5 유장관측시험(Flow Visualization Test)

유장관측시험은 보이지 않는 흐름을 어떤 수단을 이용하여 흐름을 관측하는 것으로 흐

름의 현상의 물리적인 파악을 용이하게 하고 그 이해를 도우며 이는 과학적인 해석 연구 및 공학적인 개발 연구를 위한 좋은 도구가 된다. 이러한 흐름을 관측하는 기법은 회류수조를 이용하면서 부터 선형 개발 및 추진 성능 개량의 연구에 따른 여러 방면에 크게 기여하게 되었다. 항주하는 배 주위의 흐름의 상태를 관찰함으로써 이론이나 경험에 의해 풀지 못했던 추진 성능에 관한 제문제를 유체역학적으로 해명하고, 최적의 선체 형상을 설계하는데 중요한 정보를 얻을 수 있게 되었다.

또한, 성능 좋은 프로펠러의 주요 촛범 및 추진기 날개의 형상을 결정하기 위하여 프로펠러가 작동하는 장소의 유장을 관측하는데도 사용될 수 있다. 유장 관측시험은 이러한 목적 외에도, 선체 주위에 발생하는 흐름의 이상현상 및 복잡한 유장에 대한 이론적 규명, 경계층 이론의 정립, 와(eddy)의 발생 및 소멸에 관한 관측, 밀도와 온도 또는 압력의 분포 계측 등 그 용도가 다양화되어

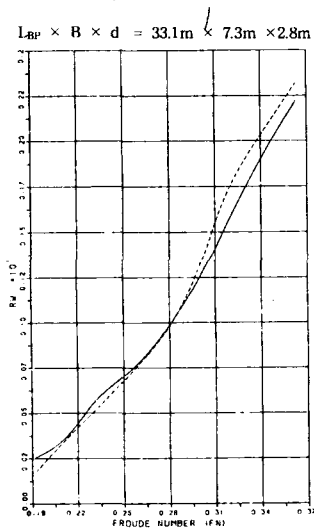


그림 2-1 길이 33m급 어선의 예인·회류수조 저항시험 결과비교

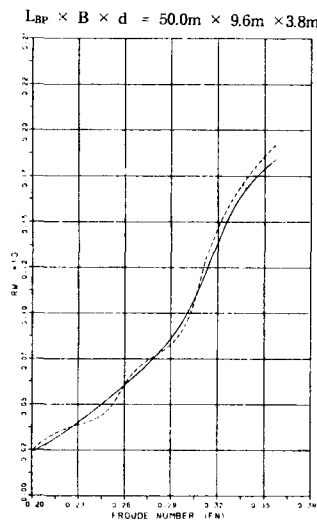


그림 2-2 길이 50m급 어선의 예인·회류수조 저항시험 결과비교

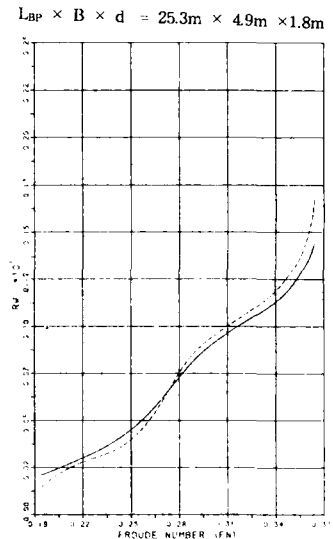


그림 2-3 길이 25m급 어선의 예인·회류수조 저항시험 결과비교

활용되고 있다.

4.6 회류수조 시험 결과의 정도 고찰

회류수조에서 실험을 크게 세가지로 나누어 생각해 볼 수 있다. 정성적(qualitative), 정량적(Quantitative) 실험과 파형 및 유선관측 실험이 그것이다. 선형을 설계하는데 설계 변수를 바꾸어가며 그때의 선형의 성능을 상호 비교해 보는 것이 정성적 실험이라면 정량적 실험은 실선의 속도를 추정하는 단계로 볼 수 있다. 파형 및 유선관측은 배로부터 발생하는 파도를 자세히 관찰하여 선형의 문제되는 곳을 찾아 수정하는 수단이 될 수 있으며 회류수조의 매우 중요한 기능 중의 하나이다. 정성적인 비교에서는 기기 자체에서 계측되고 그 계측치가 출력되는 과정에서 오차범위가 만족한 범위에 들어야 사용할 수 있으며 정량적 시험은 계측기기의 정도 뿐 아니라 많은 경험에 의한 해석 방법이 정립되어 있어야 한다. 회류수조에서 어선의 정량적 정도의 가능성을 조사해 보기 위해서 서일본유체기술 연구소 예인수조, 회류수조간 비교 모형시험 결과 중 저항시험 결과를 그림 2-1 ~ 2-3에 도시하였다. 이 그림에 보인 바와 같이 수조간의 차이는 거의 없었으므로 어선의 정량적 속도 추정에도 회류수조로는 무리 없이 사용할 수 있고 정성적 시험 및 유선관측시험 등을 종합적으로 고려해 볼 때 회류수조는 어선 설계에 가장 적합한 수조 장비로 결론 지을 수 있을 것이다.

5. 결론

선형의 설계는 설계자가 최선을 다하더라도 선체 주위의 물의 흐름에는 예측치 못할 변수가 많으므로 특별한 경우를 제외하고는 모형시험을 거쳐야 확신을 갖게 된다. 배는 한번 건조하고 나면 수정이나 개조에 많은

비용이 소요되기 때문에 비용이 추가되더라도 모형시험을 거치는 것이 결과적으로 경제적이 된다. 더욱이 표준선과 같이 한번 설계하면 여러 척을 건조할 배인 경우는 두말할 필요가 없다.

가까운 일본 같은 경우는 범국가적으로 기술자, 장비, 비용을 동원해서 표준어선을 만들어 성능을 개선하고 있는 반면 우리나라는 이에 대한 관심과 투자가 매우 미흡한 것 같다. 한국어선협회에서 매우 의욕적으로 이러한 사업을 주도하고 있으나 한정된 인원과 예산 그리고 어민들의 인식 부족으로 매우 어려운 입장인 것으로 보여진다. 모형시험에 의한 선형 개발이 시험 비용으로 인하여 초기 투자는 조금 증가할 지 모르나 선형 개선이나 안정성의 향상으로 얻는 비용 절감은 초기 투자 증가분을 훨씬 능가하는 경우가 많다. 한 예로 1987년도 과학기술처 특정연구사업으로 시행되고 인하대, 한국어선협회 그리고 현대선박해양연구소가 공동으로 개발한 총톤수 20톤급 연승어선의 경우 그림 3-1의 기존 선형을 그림 3-2의 개량선형으로 개발하여 그림 3-3과 같이 10노트에서 유효마력을 약 40%, 11노트에서 약 50% 감소시킴으로서 이로 인한 연료 소모량을 계산해 보면 모형시험 비용의 수배의 경제성이 있음을 입증할 수 있다. 이 연구과제에서 주로 시도한 선형 개선 내용은 기존의 각형정선형을 반 배수량형으로 개선시켰으며 이로 인하여 예상되는 횡요의 증가를 반쌍동선미선형과 필지의 부착으로 대처하였다. 또한 네델란드의 MARIN 수조에서 선형을 변화시키며 수조시험한 트롤선의 결과를 보면 그림 4-3과 같다.

그림 4-1 선미의 형상을 크루저 선미에서 트랜섬 선미로 약간 변형시킨 것이며 그림 4-2는 구상선수 없는 선형에 구상선수를 부착한 것이다. 그림 4-3의 C_{HP} 값은 식(8)과 같이 유효마력을 속도 및 배수량으로 무차원

화한 값이다.

$$C_{EHP} = \frac{\Delta^{2/3} \cdot V^3}{EHP} \quad (8)$$

그림 4-3의 비교 결과에서와 같이 이러한 미소한 변화에도 성능은 매우 민감하게 변화

하고 있다는 것을 알 수 있다. 이렇게 선형을 모형시험을 통해 최적화하는 기술과 경험이 우리 나라에도 시급히 정착되어야 할 과제 중의 하나이고 아울러 이에 대한 인식이 정부나 어민에게 있어야 하겠다.

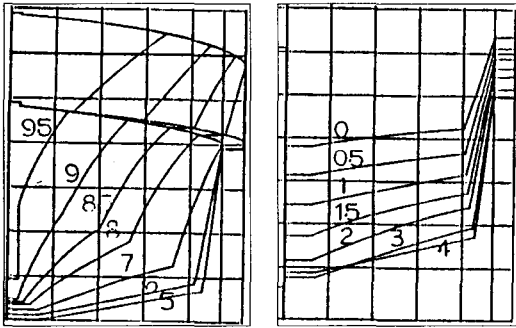


그림 3-1 총톤수 20톤급 연승어선의 기존선도

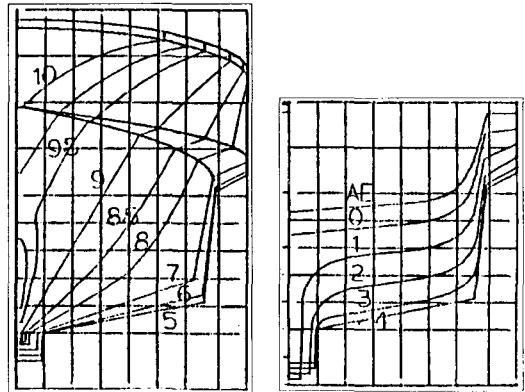


그림 3-2 총톤수 20톤급 연승어선의 개량 선도

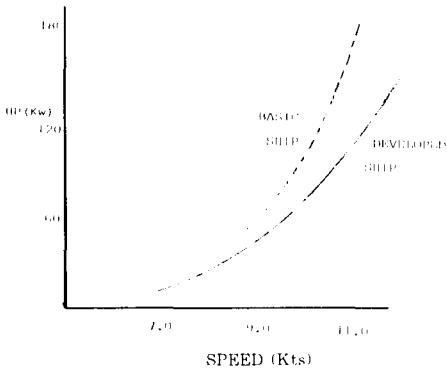


그림 3-3 기존 선형과 개량 선형의 유효마력 비교

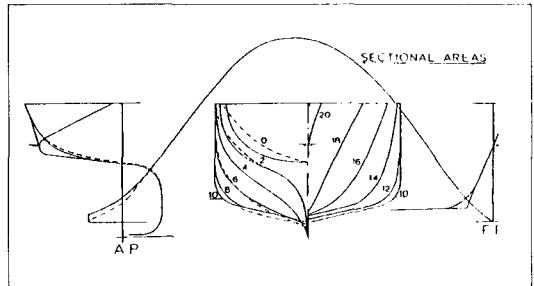


그림 4-1 크루저 선미를 트랜섬 선미로 개선시킨 트롤 어선 선도

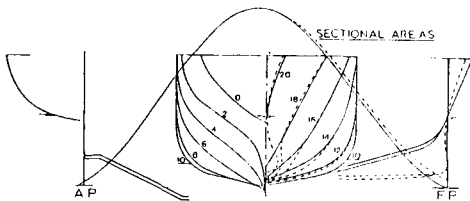


그림 4-2 구상선수 부착으로 성능을 개선시킨 예

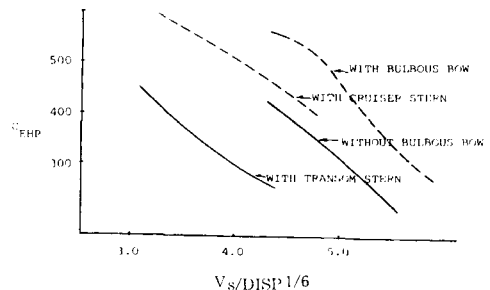
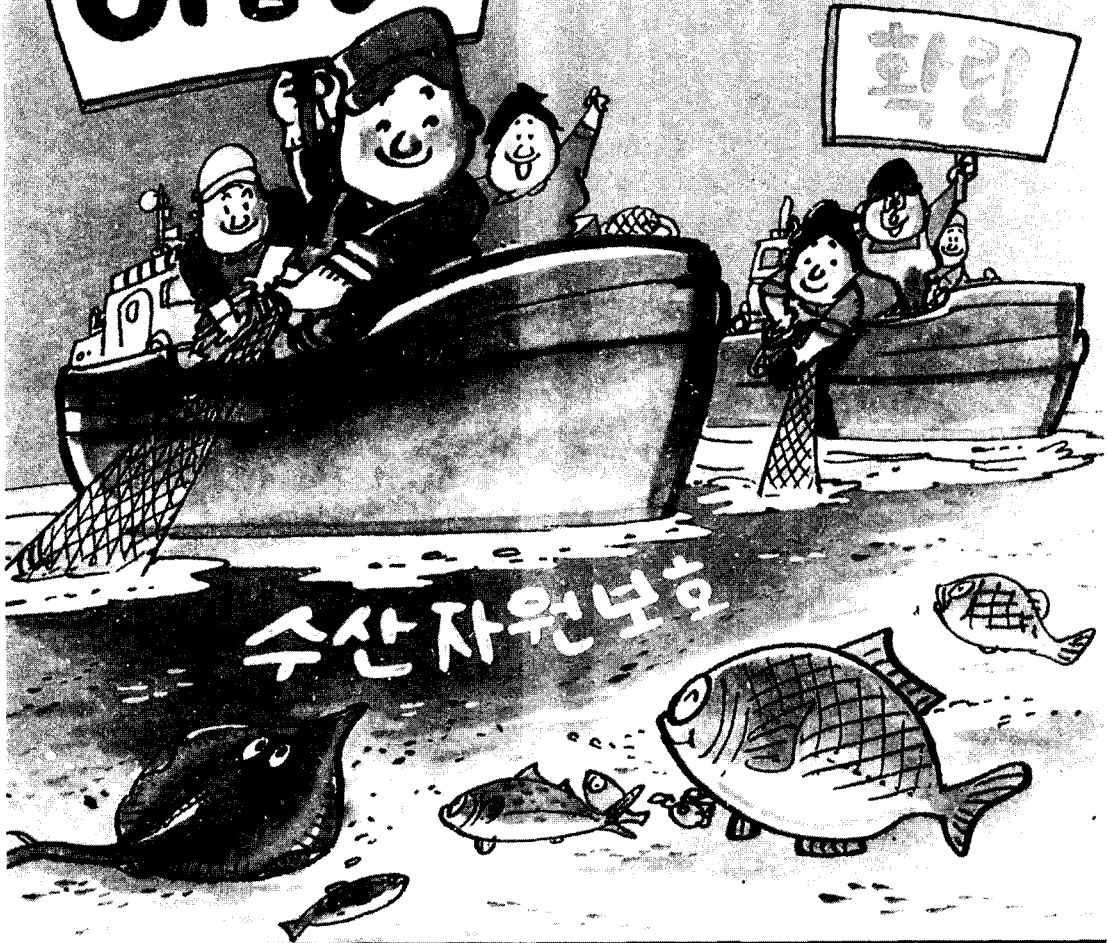


그림 4-3 유효마력 계수의 비교

어업질서 확립으로
수산자원을 보호합시다

어업질서

확립



수산자원보호

수산청
수산청