

활주선형 고속어선의 단면형상 및 장-폭비와 성능과의 관계에 대한 연구

이 귀 주 · 이 광 일
조선대학교 선박해양공학과
(1998년 6월 13일 접수)

A study on the Effect of Section Shape and L/B ratio on the Performance of Planing Hull Type High Speed Fishing Vessel

Kwi-Joo Lee and Kwang-il Lee

Dept. of Naval Architecture & Ocean Engineering, Chosun University

(Received June 13, 1998)

Abstract

For the systematic study on the resistance characteristics of the planing hull, the experimental studies on the correlation between geometrical characteristics of the subject hull forms and their hydrodynamic characteristics are carried out.

This study is the first stage to develop the advanced planing hull type fishing boat and involves the followings;

- Resistance characteristics for typical four different section types
- Resistance characteristics for different length - beam ratio

기 호

서 론

- B : 5번 스테이션에서 차인의 폭(m)
- L : 정수중 침수길이(m)
- Lp : 차인의 투영길이(m)
- S : 침수표면적(m²)
- β : 선저 경사각(°)
- △ : 정수중 배수량(ton)
- ▽ : 정수중 배수용적(m³)
- τ : 트림각(°)

Fn_▽ : 용적 Froude 수(= $\frac{V}{\sqrt{g \nabla^{1/3}}}$)

선체와 수면사이의 동적 압력에 의하여 선체를 부양시켜서 저항이 감소되도록 설계되는 활주선은 현재 고속선박의 선형으로 많이 사용되고 있으며 레저용, 군용 및 상업용으로 광범위하게 쓰여지고 있다.

활주형선의 선형설계는 경험적인 방법이나 모형시험에 의한 방법에 의존하고 있으며¹⁾, 국내에서는 이 분야에 대한 경험이 많지 않다. 따라서 본 연구에서는 실험적인 방법에 의하여 단면형상 및 크기변화에 따른 저항 특성들을 조사하고 그 결과

를 선형설계의 기본자료로 삼고자 하였다.

활주형선의 개략적인 선형특성은 다음과 같다.

1) 대부분의 활주형 선형이 차인(chine)의 형상을 하고 있고, 이 차인은 고속에서 선체로부터 파도의 분리를 촉진시켜 충격 가속도를 감소시키기 위함이며, 최대 폭은 선미 끝단으로부터 전장의 60~65% 전방에 위치하는 것이 적합한 것으로 알려져 있다²¹⁾.

2) 파운딩(pounding)시 선저로부터 박리를 이용하여 충격하중을 감소시키고 횡요, 종요 등의 운동성능을 개선시키기 위하여 spray rail을 설치하는데 이는 저속에서 다소 저항 증가의 원인이 되나 고속에서는 선형에 따라 10% 이상까지도 저항을 감소시킨다. 이 저항 감소 효과는 장-폭비(L/B ratio)가 작을수록 크게 나타난다²¹⁾.

3) 항해 중 波에 의한 충격하중을 감소시키고 선측 면적의 증가로 인한 조종성능을 개선시키기 위하여 흘수 하부는 선저경사각을 갖는 형상을 하고 있으며, 이 선저경사각은 최대 폭에서 10° ~ 25°이고 트랜섬에서는 10° ~ 15°, 그리고 선수로부터 배 길이의 10% 위치에서는 30° ~ 40° 정도이다^{21,4)}.

4) 선저로부터 발생된 급류를 선미에서 신속히 제거시키기 위해서 선미의 형상은 트랜섬형으로 해야 하며, 트랜섬의 폭은 최대 폭의 60%~70% 정도가 적합한 것으로 알려져 있다²¹⁾.

5) 일반적으로 레저용은 길이가 5~30m이며 배수량은 0.4~140톤이고, $Lp/\nabla^{1/3}$ 은 5~7이다. 한편, 군수용의 통계적 선형 특성은 다음 표와 같다¹¹⁾.

Loa(m)	%	Vs(Kts)	%	$Lp/\nabla^{1/3}$	%	F _{nv}	%
15~25	30	~20	1	4.5~5.4	14	1.5~1.9	18
26~40	51	20~30	34	5.5~5.9	37	2.0~2.4	24
41~50	15	31~40	38	6.0~6.4	18	2.5~2.9	39
51이상	4	41~50	27	6.5~7.4	31	3.0~4.0	19

6) 선미의 뒤틀린 현상은 사각 흐름(oblique flow)을 유도하여 성능을 개선시킬 수도 있으나 뒤틀림의 정도가 지나치면 역효과가 있을 수 있다⁴⁾.

활주형 선형은 다른 고속 선박과 비교해 볼 때 어선 선형으로서 다음과 같은 장점이 있다.

- 1) 설계 및 건조가 비교적 용이하다.
- 2) 건조비가 저렴하다.

3) 흘수가 낮아서 접안이 용이하다.

4) 횡요 및 종요가 타 고속선형에 비하여 작으므로 작업성이 우수하다.

5) 선회성능이 우수하다.

반면에 다음과 같은 단점이 있다.

1) 내파성이 좋지 않으므로 파에 의한 선체 충격이 과다하여 고속에서 불안정하고 항해 중 돌발적 운동의 발생 가능성이 있다.

2) 프로펠러를 경사지게 장착하여야 하므로 선체진동이 심하다.

3) 선수 슬래밍(slamming)으로 인한 가속도가 크다.

4) 트림각의 변화가 심하다.

5) 선속 50노트, 길이 60m, 배수량 300톤 이상이면 경제성이 급격히 저하된다.

선형 모형시험

1. 기본선형

오목(Concave), 직선(Straight), 볼록(Convex) 및 볼록오목(Inverted Bell) 단면형의 4가지 기본 단면형상의 활주형 선형에 대하여 장-폭비를 각각 4가지(2.5, 5.0, 7.5, 10.0)로 변화시키고 나선상태의 모형선들에 대하여 배수량을 동일하게 하여

Table 1. Main particulars of ship

단면형상	Model Title	L/B	L(m)	B(m)	T(m)
오목 (Concave)	PC25	2.5	25.0	10.0	2.10
	PC50	5.0	40.0	8.0	1.66
	PC75	7.5	52.2	6.96	1.45
	PC100	10.0	63.0	6.3	1.32
직선 (Straight)	PS25	2.5	25.0	10.0	1.927
	PS50	5.0	40.0	8.0	1.52
	PS75	7.5	52.2	6.96	1.333
	PS100	10.0	63.0	6.3	1.213
볼록 (Convex)	PV25	2.5	25.0	10.0	2.0
	PV50	5.0	40.0	8.0	1.6
	PV75	7.5	52.2	6.96	1.392
	PV100	10.0	63.0	6.3	1.26
볼록오목 (I. Bell)	PI25	2.5	25.0	10.0	1.945
	PI50	5.0	40.0	8.0	1.535
	PI75	7.5	52.2	6.96	1.345
	PI100	10.0	63.0	6.3	1.225

현대중공업 선박해양연구소 예인수조에서 다음과 같은 모형시험들을 수행하였다⁵⁾.

- 만재상태에서의 저항시험
- 만재상태에서의 트립 및 침하량 계측시험
- 만재상태에서의 선측 및 선수과고 관측시험

모형선은 폴리우레탄 수지 (polyurethane foam)로 제작되었으며 실선의 주요 특성은 Table 1과 같다.

2. 장-폭비 변화에 의한 저항성능 비교

모형시험 결과로부터 계획속도 25노트(Fn=1.0)에서 장-폭비 변화에 따른 잉여저항계수(C_R)를 Fig. 1에 도시하였다.

Fig. 1에서 장-폭비의 증가와 함께 잉여저항이 감소하는 경향을 보이고 있고, 장-폭비가 6.0이상 이 되면 오목과 볼록오목 단면형은 거의 일정한 값을 유지하고 있으며, 4가지 선형 모두 장-폭비 5.0이하에서는 잉여저항이 급격히 증가하고 있음을 알 수 있다. 따라서 활주형 어선은 장-폭비가

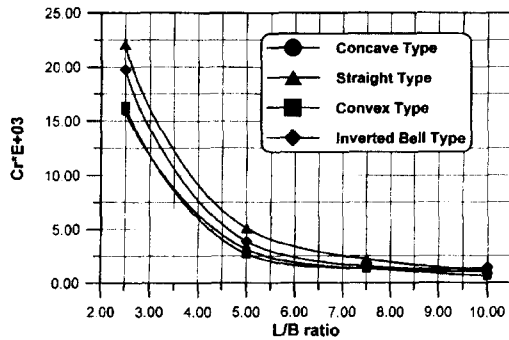


Fig. 1. Comparison of C_R.

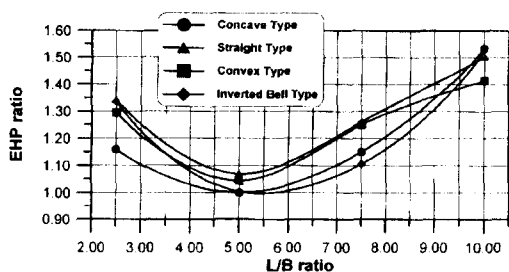


Fig. 2. Comparison of EHP ratio.

5.0이상 되어야 경제적임을 알 수 있다.

한편, 계획속도 25노트에서 장-폭비 변화에 따른 유효마력의 변화는 Fig. 2와 같다.

Fig. 2에서 볼 수 있는 바와 같이 장-폭비에 대한 유효마력의 변화 경향은 단면형상에 따라 차이가 많지 않으며, 경제적 설계범위의 장-폭비 5.0~7.5일 때 직선 단면형과 볼록단면형의 경우 가장 크게 나타났으며, 전반적으로 5.0에서 급격히 감소함을 알 수 있다.

여기서 유효마력비는 장폭비 별로 장-폭비 5.0일 때 오목단면형의 유효마력을 기준으로 계산한 값들이다.

3. 단면형상 변화에 따른 저항성능 비교

속도별 장-폭비 및 단면형상 변화에 따른 실선 유효마력의 백분율은 Table 2와 같다.

Table 2는 장-폭비 별로 오목단면형의 유효마력을 기준(100)으로 한 값들이다. Table 2로부터 4가지 형상 중 최적 단면형상을 요약해 보면 Table 3과 같다.

Table 3에서 볼 수 있는 바와 같이 장-폭비가 커질수록 적정 단면형상은 오목단면에서 볼록단면으로 변화하는 경향을 보이고 있으며, 이러한 현상은 장-폭비가 커질수록 상대적으로 감소하게 되는 부양력에 대하여 볼록 단면형이 부양력을 보완해 주는 방향으로 영향을 미치기 때문인 것으로 추측된다.

Table 2. Comparison of EHP ratio for hull form parameter

단면형상	장-폭비 (L/B ratio)			
	2.5	5.0	7.5	10.0
오목	100	100	100	100
직선	115	106	111	98
볼록	113	104	109	93
볼록오목	115	100	97	100

Table 3. Adequate section shape for L/B ratio

장-폭비 (L/B ratio)			
2.5	5.0	7.5	10.0
오목	오목 및 볼록오목	볼록오목	볼록

결 과

- (1) Fig. 2로부터 선속 25노트급 활주형 어선의 장-폭비는 5.0부근이 최적인 것으로 나타났다.
- (2) 실제 설계범위의 장폭비(5.0~7.5)에서는 오목과 볼록의 혼합형이 가장 우수한 단면형상으로 평가된다.

요 약

활주선 선형을 갖는 고속어선의 저항특성을 체계적으로 연구하기 위한 제 1단계로서 단면형상 및 장-폭비와 저항특성과의 관계에 대한 실험적 연구를 수행하였다. 본 연구는 새로운 고속 활주형 어선을 개발하기 위한 초기연구로서 다음의 내용을 포함하고 있다.

- 4가지 단면형상에 대한 저항 특성
- 4가지 장-폭비에 대한 저항 특성

후 기

본 연구는 '97 농림수산특정연구와 관련하여 수행된 연구의 일부입니다. 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

- 1) Daniel Savitsky, "Overview of Planing Hull Developments", HPMV '92 Proceeding, Washington, D.C., 1992.
- 2) Eugene P. Clement, "Development and Model Tests of an Efficient Planing Hull Design", DTNSRDC Report No.1314, 1959.
- 3) Eugene P. Clement, "Reduction of Planing Boat Resistance by Deflection of Whisker Spray", DTNSRDC Report No.1929, 1964.
- 4) A McInnes, "Some Hull Construction Aspects of Small Patrol Boats", FAST '91 Proceeding, Trondheim, 1991.
- 5) 민계식, 이귀주, 박만, "활주형 선형의 단면형상 및 장/폭비 변화에 따른 모형시험 결과", HMRI 보고서, 1992. 4.