
 論 文

大韓造船學會論文集
 第 34 卷 第 1 號 1997年 2月
 Journal of the Society of
 Naval Architects of Korea
 Vol. 34, No. 1, February 1997

중형어선의 단면형상에 관한 실험적 연구

이귀주*, 김주남**, 이광일***

An Experimental Study on the Section Shape of Medium Size Fishing Boat

by

K. J. Lee*, J. N. Kim** and K. I. Lee***

요 약

본 연구는 총톤수 89톤급 어선의 초기선형을 개발하기 위하여 한국어선협회와 공동으로 수행되었다. 각형정과 배수량형의 두가지 기본선형의 저항성능을 실험적 방법에 의해 비교 연구하였다.

Abstract

This study was carried out to develop the initial hull form for G/T 89ton class fishing boat cooperatively with Korean Fishing Boat Association. The resistance performance of two basic hull forms of hard chine type and displacement type are compared experimentally.

1. 서 연

최근 수산자원의 고갈과 연안 오염지역의 확대 로 인하여 어민들의 피해가 날로 증가되고 있으며 이러한 경향은 향후 심각한 문제로 대두될 것이다. 특히 우루과이 라운드로 인한 시장개방과 경제수역 제한으로 인한 조업해역의 축소 영향이 가시화

될 경우 가격경쟁력 및 조업량감축 문제는 더욱 증폭될 수밖에 없는 처지에 놓여 있으므로 이제부터는 더욱 어선의 경쟁력 향상에 관심을 기울여야 할 것이다.

일본에서는 이미 오래 전부터 어선의 선형개선에 대한 많은 연구가 이루어져 왔고 우리 나라

접수일자 : 1996년 4월 9일, 재접수일자 : 1996년 10월 29일

*정회원, 조선대학교 선박해양공학과

**정회원, 한국어선협회 기술개발부

***학생회원, 조선대학교 선박해양공학과

에서도 최근에 한국어선협회를 중심으로 선질개발 및 선형개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나 일본이나 선진 어업국에 비하면 개선의 여지가 많이 있다.

구미지역에서도 1960년대에 Doust [1],[2]가 Trawler에 구상선수를 부착하여 저항을 15% 정도 감소시킨 것을 비롯하여 이미 많은 연구가 수행되어 왔다.

본 논문에서는 어선의 선형설계시 가장 기본적으로 검토되어야 할 각형정(Hard Chine)형과 배수량(Displacement)형 단면형상의 저항성능 비교를 위하여 회류수조에서 비교 모형시험을 수행하고 결과를 분석하였다.

모형선의 길이는 회류수조의 유속이 가장 균일한 속도범위와 어선의 계획속도와 일치하는 속도를 기준으로 0.885m(L_{WL})로 정하였다. 저항시험 결과의 신뢰도를 높이기 위해서 최대 저항계측용량이 9.8N인 소형저항동력계를 사용하였으며 동종의 어선선형을 회류수조에서 오랫동안 연구한 바 있는 일본 The West Japan Fluid Engineering Laboratory와 비교시험 및 시험결과의 검증을 병행하였다.

2. 선형설계

우리 나라 어선의 선형은 오랫동안 전해 내려온 운항관습상 각형정 선형이 보편화되어 있다[3]. 각형정은 배수량형 선형에 비해 복원성능면에서 장점을 갖고 있고, 저항추진성능면에서는 불리할 것으로 추측되고 있으나 국내에는 실적선이나 모형시험 결과의 체계적인 비교자료가 충분치 않은 실정이다.

각형정 정도의 복원성능을 갖는 배수량 선형을 설계했을 때 실제적으로 각형정 선형보다 저항성능이 어느 정도 향상되는지를 조사해 보기 위하여 Fig. 1 과 같이 기존의 각형정 선형을 배수량형으로 근사하게 변형시킨 두가지 선형을 설계하였다.

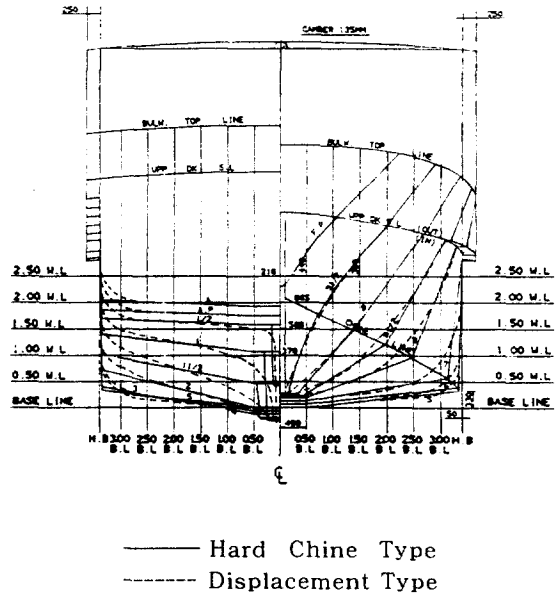


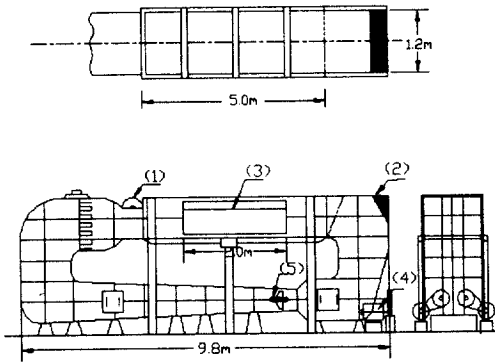
Fig. 1 Comparison of body plan

3. 모형시험

3.1 모형시험수조

모형시험은 조선대학교 회류수조에서 수행되었으며 수조의 주요특성 및 개략적인 형상은 Fig. 2 와 같다.

- Type : 2 impellers, vertical type
- L×B×D(whole body) : 14.8m×1.8m×3.7m
- L×B×D(measuring body) : 5.0m×1.2m×0.9m
- Velocity range : 0.4~1.8m/sec
- Velocity distribution : within ±1.5% at 1.0m/sec
- Standing wave : 0.8mm at 1.0m/sec
- Surge wave : ±1.0mm at 1.0m/sec
- Water surface inclination : 1/4000 at 1.0m/sec



- (1) Surface Flow Accelerator (2) Wave Maker
- (3) Measuring Section (4) Motor A.C. 22kw
- (5) Impeller

Fig. 2 Schematic diagram of CWC

3.2 모형선

총톤수 89톤급 근해안강망어선의 모형선(모형선 번호:CU-011/2)을 폴리우레탄수지(Poly-urethane Foam)로 제작하였으며 모형선의 축척비는 1/34.25로 하였고 주요제원은 Table. 1-1 및 1-2에 정리하였다.

Table. 1-1 및 1-2에 비교된 바와 같이 두 선형의 주요제원은 침수표면적을 제외하면 거의 유사하며 침수표면적의 차이는 빌지부 및 선미스케그의 곡선화에 기인한 것이다.

또한, 실선 운항상태와 같은 선체주위의 난류유동을 재현하기 위해서 각 모형선의 19, 19½스태이션에 직경 1.6mm, 깊이 2mm의 난류촉진용 못을 10mm 간격으로 설치하였다.

Table 1-1 Geometric characteristics of CU-011/2 at full load condition

Particulars	Ship		Model	
	Chine	Disp.	Chine (CU-012)	Disp. (CU-011)
L _{BP} (m)	27.4	27.4	0.80	0.80
L _{WL} (m)	30.3	30.3	0.885	0.885
B (m)	6.8	6.8	0.199	0.199
D (m)	2.8	2.8	0.082	0.082
T (m)	2.1	2.1	0.062	0.062
S (m ²)	273.2	254.6	0.233	0.217
C _B	0.698	0.694	0.698	0.694
C _M	0.926	0.932	0.926	0.932
C _W	0.988	0.984	0.988	0.984
L _{CB} *	-1.035	-1.129	-0.030	-0.033
KB	1.254	1.259	0.0366	0.0367

- *(+) : 선체중양에서 선수 방향
- (-) : 선체중양에서 선미 방향

Table 1-2 Geometric characteristics of CU-011/2 at trial condition

Particulars	Ship		Model	
	Chine	Disp.	Chine (CU-012)	Disp. (CU-011)
L _{BP} (m)	27.4	27.4	0.80	0.80
L _{WL} (m)	30.3	30.3	0.885	0.885
B (m)	6.8	6.8	0.199	0.199
D (m)	2.8	2.8	0.082	0.082
T (m)	1.65	1.67	0.048	0.049
S (m ²)	225	209.3	0.192	0.178
C _B	0.639	0.634	0.639	0.634
C _M	0.908	0.914	0.908	0.914
C _W	0.853	0.853	0.853	0.853
L _{CB} *	-0.637	-0.808	-0.019	-0.024
KB	0.988	0.992	0.029	0.031

4. 모형시험

4.1 저항시험

각형정 선형이나 활주선형은 모형시험시 선저에서 발생하는 양력으로 인하여 트림 및 침하량의

변화가 크게 되고, 이로 인하여 선체자세의 변화가 유발되므로 예인점(Towing Point)의 위치가 계측저항치에 영향을 많이 미치게 된다. 이러한 영향을 최소화하기 위하여 예인점을 두선형, 두조건 모두 LCB 및 KB로 하였다.

만재상태에서의 저항시험 결과를 주요범위의 속도별로 비교해 보면 Table. 2 와 같다.

Table. 2에서 볼 수 있는 바와 같이 배수량형 선형이 각형정 선형보다 속도별로 EHP가 8~25% 정도 감소하였으며 계획속도 10노트에서 24.9%로써 차이의 폭이 가장 크게 나타났다.

Table 2 Comparison of EHP(kw) at full load condition

속도 (노트)	Chine Type (C)	Disp. Type (D)	(C-D)/C ×100 (%)
9	111.1	97.2	12.5
10	209.4	157.2	24.9
11	318.6	256.4	19.5
12	433.3	397.4	8.3
13	607.4	533.8	12.1

이러한 차이는 다음의 원인에 기인한 것으로 판단된다.

1) 배수량 선형 주위의 흐름이 각형정 선형 주위의 흐름보다 박리, 와류 등이 적게 발생하여 형상저항 감소 요인이 됨.

2) 선형 특성상 각형정 선저에서 유속이 상대적으로 고속화됨으로 인하여 Fig. 5-1에 보인 바와 같이 각형정의 침하량이 배수량형 선형의 침하량에 비해 크게 발생하게 됨.

또한, 반재상태에서의 저항시험 결과를 주요범위의 속도별로 비교해 보면 다음 Table. 3과 같다.

Table 3 Comparison of EHP(kw) at trial condition

속도 (노트)	Chine Type (C)	Disp. Type (D)	(C-D)/C ×100 (%)
9	89.42	73.72	17.6
10	156.96	128.78	18.0
11	232.45	191.94	17.4
12	324.73	274.90	15.3
13	464.36	415.60	10.5

상기 표에서 볼 수 있는 바와 같이 각형정 선형의 유효마력이 배수량형 선형의 유효마력보다 10~18%정도 증가했으며 특히, 계획속도 전후에서 차이가 가장 큰 것으로 나타났다. 이러한 차이는 Fig. 5-2 및 Table 4를 비교해 보면 알 수 있는 바와 같이 주로 형상저항의 차이에 기인한 것임을 알 수 있다.

한편, 수식(1)에 의해 계산한 잉여저항계수를 만재상태는 Fig. 3-1에 반재상태는 Fig. 3-2에 도시했다. Fig. 3-1에 보인 바와 같이 만재상태에서는 두선형의 속도별 잉여저항의 차이가 매우 불규칙하게 변화하였으며, 이는 속도변화에 따른 각형정 선저의 흐름의 변화가 심하여 Fig. 5-1과 같이 침하량의 변화에 상대적으로 영향을 크게 미치게 되므로써 나타난 현상으로 사료된다.

Fig. 3-2에 도시된 반재상태에서의 잉여저항도표를 보면 얇은 흘수로 인한 두 선형간 선저유동의 미소한 차이로 Fig. 5-2와 같이 침하량의 차이가 거의 없었고 이로 인해 잉여저항 차이도 미소하게 나타난 것으로 판단된다.

$$C_R = C_{TM} - C_{FM} \tag{1}$$

여기서,

C_{FM} 은 ITTC-57 Line에 의한 마찰저항계수

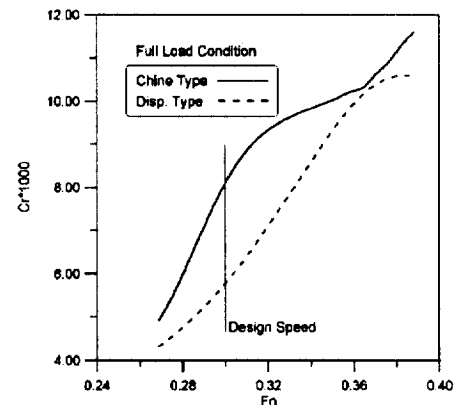


Fig. 3-1 Comparison of C_R at full load condition

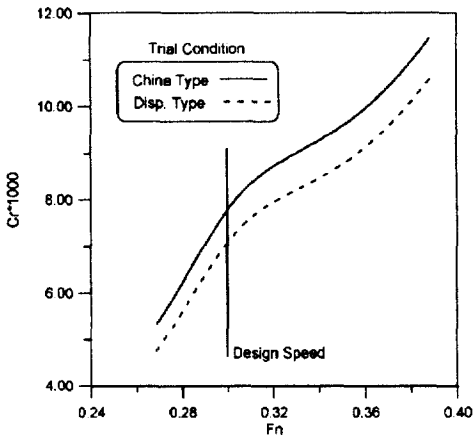


Fig. 3-2 Comparison of CR at trial condition

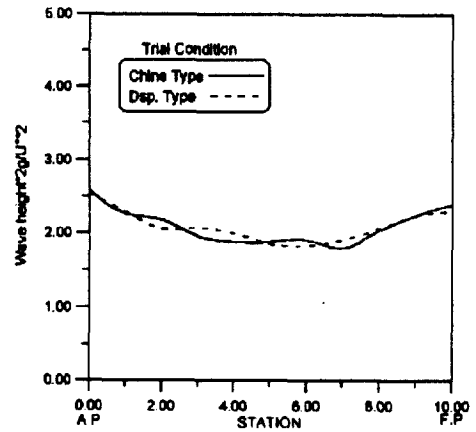


Fig. 4-2 Wave profiles at trial condition

4.2 선측파형시험

선형의 기하학적 특성의 변화에 따른 파형 변화를 관찰하기 위한 파형 관측시험을 만재상태와 반재상태의 계획속도에서 수행하였으며 계획한 기선(Base Line)으로부터 파고를 무차원화하여 Fig. 4-1 및 Fig.4-2에 각각 도시하였다.

Fig. 4-1 및 4-2에 보인 바와 같이 두선형의 파형의 차이는 크지 않았으며 이로부터 두선형간의 파형저항의 차이가 크지 않았음을 추측해 볼 수 있다.

4.3 트림 및 침하량

항주시 트림 및 침하량과 저항성능과의 상관관계를 연구하기 위하여 속도별 침하량을 선수 및 선미에서 계측하였으며 그 결과를 식(2) 및 식(3)으로 각각 무차원화하여 Fig. 5-1 및 Fig. 5-2에 각각 도시하였다.

$$S = \text{침하량} \times 2g/U^2 \tag{2}$$

$$t = (\Delta Z_{\text{STERN}} - \Delta Z_{\text{BOW}}) \times 2g/U^2 \tag{3}$$

여기서, ΔZ_{STERN} : 선미침하량

ΔZ_{BOW} : 선수침하량

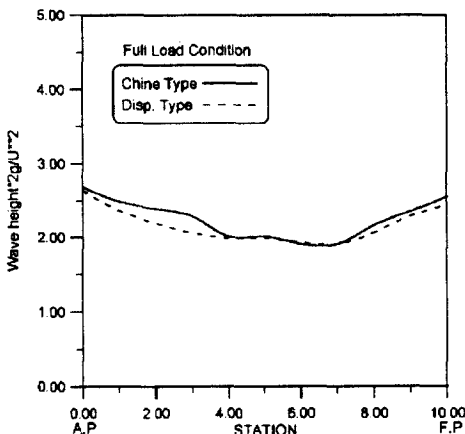


Fig. 4-1 Wave profiles at full load condition

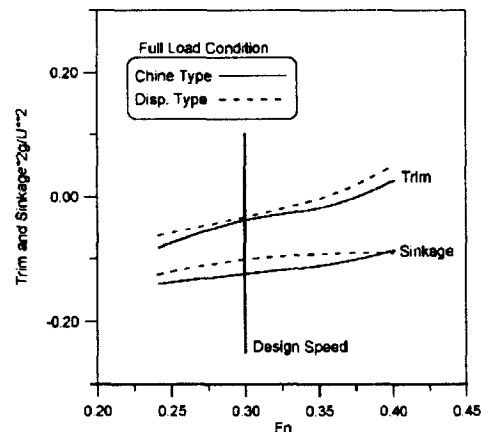


Fig. 5-1 Nondimensionalized trim and sinkage at full load condition

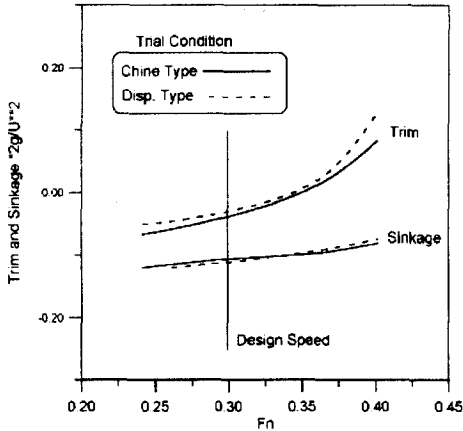


Fig. 5-2 Nondimensionalized trim and sinkage at trial condition

4.4 형상계수

Froude 수 0.1~0.15에서 정밀한 저항시험을 수행하고 식(4)의 Prohaska 방법에 의하여 형상계수를 도출하여 Table. 4에 비교하였다. 식(4)의 상수 a는 최소자승법에 의하여 구한다. 형상계수의 증가는 형상저항의 증가를 의미하므로 각형정 선형이 배수량형 선형보다 형상저항이 두 상태 공히 크게 증가 했음을 알 수 있다.

$$C_{TM} = (1+k)C_F + aFn^4 \quad (4)$$

Table 4 Form factor

구 분	Full Load Cond.	Trial Condition
Chine Type (CU-012)	0.5094	0.4640
Disp. Type (CU-011)	0.3421	0.2725

5. 결 론

이상의 연구내용을 종합하여 보면 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

1) 배수량형 선형의 저항성능이 각형정 선형의 저항성능보다 계측속도(9~13노트) 전구간에서 만재 및 반재상태 모두 개선되었으며 특히, 만재상태에서 개선효과가 컸다.

2) 배수량형 선형의 저항이 개선된 주요원인은 Table 4 및 Fig. 5-1, 5-2에 보인 바와 같이 형상저항(만재,반재상태) 및 침하량(만재상태)의 감소에 의한 영향인 것으로 추정된다.

3) Fig. 4-1 및 4-2에 보인 바와 같이 선측과형은 두 선형간의 차이가 크지 않은 것으로 미루어 파형저항(R_{wp})의 차이는 많지 않았던 것으로 추측되어진다.

4) 향후 예상되는 차세대 선형으로 발전시키기 위해서는 고속화 선형이 되어야 할 것이므로 앞으로는 Froude 수 0.36 이상에서부터 급격히 증가하는 잉여저항(Fig. 3-1 및 3-2 참조)의 감소에 대한 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

[1] Doust, D. J. and Sc. M. , "Trawler Forms with Bulbous Bows", BSRA Technical Memorandum No. 118 , Jan 1960
 [2] Kristinsson, G. E. and Doust, D. J. , "Stern Trawler Designs", Marin Technology, April 1968
 [3] 홍성완 外, "G/T 20톤급 연안 어선의 표준선형 개발", 과학기술처 특정연구 보고서, 1989. 5

후 기

이 논문은 1995년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.