

소형 연안어선의 저항성능에 관한 실험적 연구

김도정 · 박제웅 · 김주남* · 정우철**

조선대학교 · *선박검사기술협회 · **인하공업전문대학

An Experimental Study on the Resistance Performance of Small Size Fishing Vessel

Do-Jung KIM, Je-Woong PARK, Ju-Nam KIM* and Uh-Cheul JEONG**

Chosun University, *Korean Society of Ship Inspection & Tecnology,

**Inha Technical College

Abstract

Resistance performance of small size fishing vessel is experimentally investigated to find out the effect of fore-body shape and trim for the better hull form development. The tests are performed for five different cases in the high speed circulating water channel(CWC). Wave patterns are observed to investigate the relation between the resistance performance and the wave characteristics.

Key words : fishing vessel(어선), circulating water channel(회류수조), model test(모형시험), hull form development(선형개발)

1. 서 론

최근 우리나라의 어선어업은 그간의 누적된 어획 과잉으로 인한 연근해 어자원의 고갈, 유류비 상승에 따른 채산성 악화, UN 해양법 협약 발효에 따른 배타적 경제수역(EEZ) 선포, 국제무역기구(WTO) 체제 출범에 따른 수산물시장 전면 개방 등으로 연안조업의 경쟁이 더욱 치열해 지고 있으며 이에 따라 고속/안정화된 선형의 필요성이 크게 부각되고 있다.

그러나 우리나라에서 소형어선을 건조하고 있는 조선소들은 평균 종업원 수 4-5인 미만의 영세업체가 대부분인 관계로 자체설계 능력이 부족할 뿐 아니라, 선형개발에 투자 할 경제적인 여력이 부족한 관계로 과거의 선형을 각 조선소에서 경험적으로 약간씩 수정하여 여기에 속도 향상을 위하여 고

마력의 엔진을 장착하여 사용하고 있는 실정이다.

우리나라의 어선 선형개발은 1980년대 초 한국어선협회가 표준어선개발 사업에 착수하여 수년간에 걸쳐 개발, 고시한 총 60여종의 표준선형과 한국해사기술연구소(현 선박해양공학연구센터)가 1981년부터 과학기술처 특정연구사업을 통해 추진한 연안어선 13종의 연구와 시제선 6척의 건조, 보급사업에서 출발하였다고 할 수 있다(한국기계연구소, 1985).

최근 들어서는 이러한 선형개발에 대한 체계적인 연구보다는 기존선형의 선형개발에 대한 연구가 주로 수행되어 오고 있다. 그 중 이귀주와 오훈택(1997)은 회류수조 모형시험을 통하여 고속어선에 부가물을 부착하여 저항 및 피칭 개선을 위한 방안을 도출하였고, 이귀주 등(1997)은 총톤수 89톤의 중형 안강망 어선을 대상으로 단면형상의 변화에 따른 저항성능의 변화를 실험을 통하여 분석하였다.

† Corresponding author : kimdoj@chosun.ac.kr

또한 전호환 등(2000)은 소형어선의 전복사고 방지를 위한 횡동요 감쇠 방안에 대한 연구를 통하여 빌지킬 보다는 선체 하부 중앙에 부착한 날개에 의한 효과가 더 크다는 것을 설명하였다.

본 연구에서는 총톤수 10톤급(9.77 G/T) 소형 연안어선의 선형변화에 따른 저항성능을 회류수조에서 모형시험을 통하여 조사하였다. 본 대상 선박 역시 체계적인 선형개발 과정을 거치지 않고 경험으로 설계/건조된 선박인 관계로 성능향상을 위한 선형수정 여지가 많다고 판단된다.

본 실험은 서일본유체기술연구소(FEL)의 고속회류수조에서 수행되었으며, 기존선박과 일부 수정을 거친 개량선박의 저항과 트림을 측정하고, 파형 관찰을 통하여 이들 사이의 연관성을 비교하였다.

2. 모형 시험

2.1 대상선박

본 연구의 대상 선박의 주요 제원과 형상을 Table 1과 Fig. 1에 각각 나타내었다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 본 선박은 일반적인 소형어선과 마찬가지로 하드 차인(Hard chine)을 갖고 있으며, 선수 빌지부 형상은 반원에 가까운 형상이고 차인(Chine)하부의 선수부 유입 각이 비교적 큰 특징을 갖고 있다. 이러한 선수 유입 각은 과거에 비해서는 다소 날씬해 졌지만 고속으로 항주할 때 조파저항을 감소시키기 위해서는 개량되어야

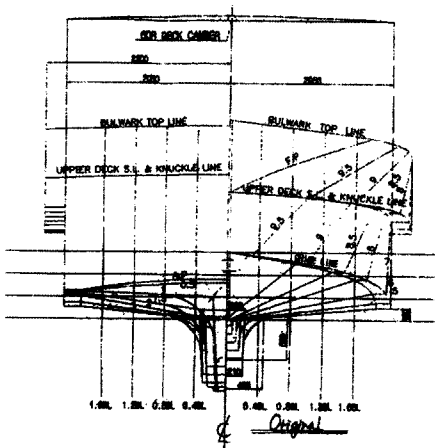
할 여지가 많다고 판단된다.

Table 1. Principal dimensions of 10G/T class fishing vessel

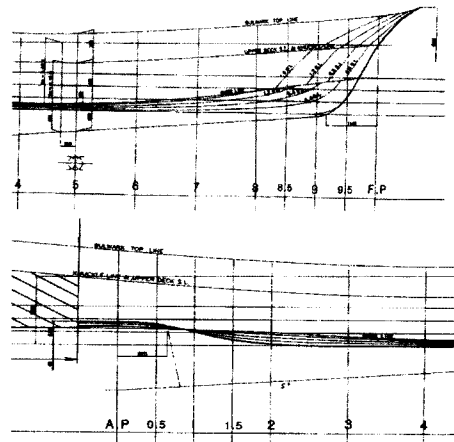
		Full Load condition	Trial condition
L_{pp}	(m)	13.70	13.70
L_{wl}	(m)	14.40	15.90
B	(m)	4.10	4.10
d	(m)	0.80	0.65
∇	(m^3)	30.1	22.6
W.S.A.	(m^3)	69.1	0.3071
Lcb	(m)	0.793	0.740
Cb		0.670	0.619

자세한 특징은 다음과 같다.

- (1) 선수 형상 : 선수부의 단면 형상은 선수부에 어느 정도의 중량물을 적재하더라도 과도한 선수 트림이 발생하지 않게 충분한 배수량을 확보하도록 설계되어 있다. 또한 고속에서 발생하는 높은 선수파를 고려하여 선수 쉬어(Sheer), 불워크(Bulwark) 높이 및 플레어(Flare)가 비교적 크게 구성되어 있다.
- (2) 선미 형상 : A.P. 뒤쪽으로 선체를 연장하여 플랩(Flap) 효과를 내게 하고, 활주 시에 과도한 선미 트림이 일어나지 않도록 고려함은 물론 선미부에서의 작업공간을 확보한다.
- (3) 차인 형상 : 선미 쪽에서는 차인 선을 가능



(a) Body plan



(b) Profiles

Fig. 1. Body plan and profiles.

한 한 평평하게 연장하여 선미단에서는 수선면과 가급적 평행하게 한다. 한편, 부심을 선미 쪽으로 위치하도록 하기 위해서 선미에서의 차인 폭을 가급적 크게 한다.

- (4) 스케그(Skeg) : 선미 형상을 일반 고속정과 유사한 형태로 하여 효율을 증가시키기 위하여 비교적 큰 스케그가 설치되어 있다. 이때 추진기가 선체 밑으로 돌출하여 조업시 그물 등에 의하여 축계, 추진기, 타에 손상이 가해지는 것을 방지하기 위하여 슈-피스(Shoe Piece)를 둔다. 한편 점성저항을 줄이기 위하여 스케그 형상은 가능한 유선형으로 한다.
- (5) 갑판 형상 : 어민들의 중요한 요구로서 갑판 면적을 넓게 하여 작업성을 좋게 하며, 파랑중에서의 예비부력을 갖도록 하기 위하여 넓은 연장갑판을 둔다.

위와 같은 고속의 소형어선에서는 선체저항을 감소시키기 위하여 용골(Keel) 및 차인의 측면형상을 직선으로 만들어 주는 것이 바람직하지만, 이러한 경우 주기판 탑재가 어려워지고, 추진축 경사가 크게 되어 문제가 된다. 즉, 억지로 주기판을 탑재하려고 하면 선미선저 하부가 부풀게 되어 저항성능이 저하되는 원인이 된다.

따라서 본 연구에서는 최적선형 개발을 위한 방안으로, 선형변화에 따른 저항성능의 변화를 파악하기 위하여 Table 2에 나타낸 바와 같이 모선 외 4가지 선형에 대한 모형시험을 수행하였다.

모선과 A-1선형의 선미부 형상을 Fig. 2에 나타내었다.

Table 2 Hull form characteristics for model test

Case	특 징
A-1	모선(Original)의 A.P. 후반부 돌출부 길이 0.7m를 1.5m 연장 (Fig. 2 참조)
A-2	A-1 선형의 6~9.5 Station의 차인 폭 50% 감소, 8~9.5 Station의 선저부 용적 감소
A-3	A-2 선형의 8.5~F.P Profile 경사를 완만하게 수정, 8~9.5 Station 선저부 용적 감소
A-4	A-3 선형의 8.5~9.5 Station 차인을 따라 Spray Strip 장착

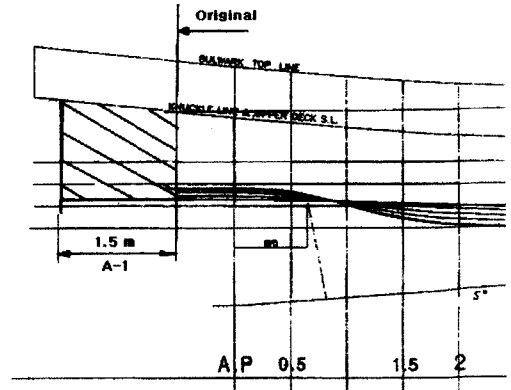


Fig. 2. Overhang length of original and A-1.

2.2 시험조건

본 시험은 선미부 길이 변화에 따른 저항 및 트림 변화, 선수부 국부 수정에 따른 저항성능 변화 및 초기트림 변화가 저항성능에 미치는 영향에 대하여 서일본유체기술연구소(FEL)의 고속회류수조에서 수행되었으며, 모형은 $L_{pp}=0.913m$ (1/15 scale)로 하드 우레탄으로 제작되었다. 시험이 수행된 수조의 주요제원을 Table 3에 나타내었다.

Table 3 Principal dimensions of high speed CWC

	Whole Body	Measuring Section
L (m)	24.0	7.0
B (m)	3.2	1.5
H (m)	6.6	1.2
Max. Velocity	5.5 m/sec	

2.3 모형시험 해석

모형시험은 Froude의 비교법칙을 기본으로 각각의 F_n 에서 잉여저항계수(C_R)는 실선과 모형선에서 동일하다고 가정한다.

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{g \cdot LWL}} \quad (1)$$

전저항계수 C_T 및 잉여저항계수 C_R 는 다음 식으로 계산되며,

$$C_T = C_F + C_R \quad (2)$$

$$C_R = R_R / (0.5\rho S V^2) \quad (3)$$

여기서, S 는 침수표면적이고, C_F 는 Schoenherr에 의한 마찰저항계수로 $R_R (= R_T - R_F)$ 은 모형시험으로부터 구해진다.

3. 모형시험 결과 및 토론

3.1 선미 연장과 선형성능

선미부 A.P. 이후 선체 길이 변화에 따른 저항성능과 트림 변화를 Figs. 3과 4에 각각 비교하여 나타내었다.

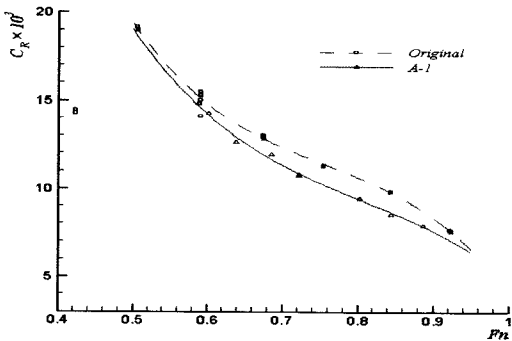


Fig. 3. Residual resistance for Original and A-1, Full load condition.

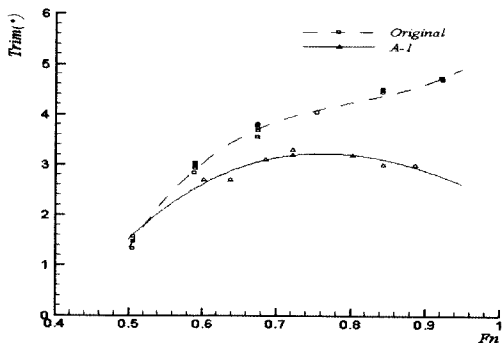


Fig. 4. Trim angle for Original and A-1, Full load condition.

A-1의 경우가 모선에 비하여 전 속도 범위에 걸쳐 트림이 작고, 2~3° 정도로 비교적 일정하게 유지되면서 저항이 줄어들고 있다. $Fn=0.75$ 를 중심

으로 트림이 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보이는데 이는 속도가 증가하면서 선체가 함께 부상하기 때문으로 보인다.

두 선체 주위의 파형을 비교하여 Figs. 5(a) 및 5(b)에 나타내었다. 모선의 경우 선수에서 발생하는 스프레이(Spray) 현상은 더욱 강하지만 선미파가 작고, 트림량이 작다는 것을 알 수 있다. 따라서 A.P. 뒤쪽으로 연장된 선체는 플랫(Flap) 효과를 냄으로서 활주 시에 과도한 선미 트림이 억제되고 이의 영향으로 저항이 감소하였다고 판단된다. 또한 선수부 스프레이가 저항성능에 미치는 영향은 그리 크지 않다고 보인다.

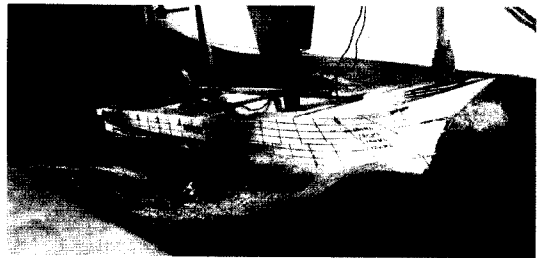


Fig. 5(a). Wave pattern for Original, Full load condition, 14 Knots.

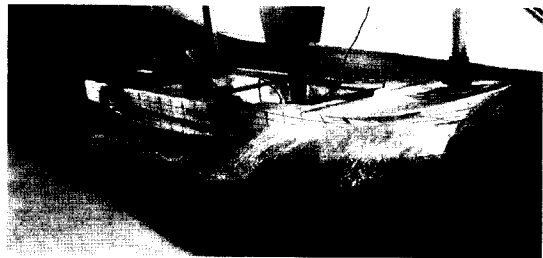


Fig. 5(b). Wave pattern for A-1, Full load condition, 14 Knots.

이상에서 설명한 바와 같이 선미부에서 선체를 연장함으로써 저항성능을 어느 정도 개선시킬 수 있으나, 톤수에 대한 제한조건 때문에 이러한 방법에 제한이 따르는 것이 현실이다. 따라서 초기설계 단계에서 톤수에 대한 제한조건을 벗어나지 않으면서 플랫 효과를 낼 수 있는 방법이 면밀히 검토되어야 할 것으로 판단된다.

3.2 선수부 Profile 변화와 선형성능

선수부 국부 수정이 저항성능에 미치는 영향을

검토하였다. A-1 선형의 공시조건(0.65m draft, 20 knots)에서의 파형을 Fig. 6에 나타내었다. 8 Station 부근에서 강한 2차 파계(Secondary wave)가 나타나고 있다. 일반적으로 이러한 2차 파계는 저항증가의 한 요인이 되므로, 이를 제거하기 위하여 6~9.5 Station의 차인 폭을 반으로 줄이고, 8~9.5 Station의 선저부 용적을 줄여 주었다. 이를 A-2라 하고, 이 선형의 파형을 Fig. 7에 나타내었다. 그러나 A-1 선형과 큰 차이는 없는 것으로 보인다 (Fig. 6).

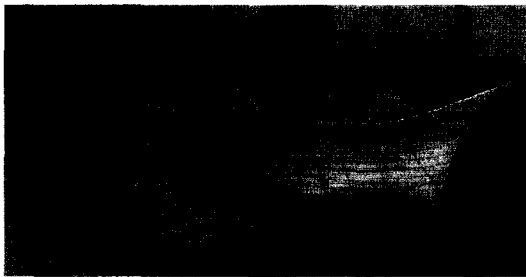


Fig. 6. Wave pattern for A-1, Trial condition, 20 Knots.



Fig. 7. Wave pattern for A-2, Trial condition, 20 Knots.

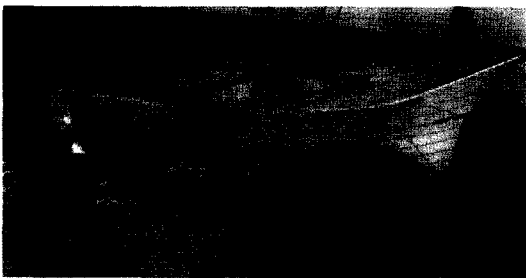


Fig. 8. Wave pattern for A-3, Trial condition, 20 Knots.

A-3 선형은 Table 2에 정리한 바와 같이 선형 수정을 통하여, 항주 시 선수부 선저에서 파에 의한 압력을 증가시킴으로써 트림이 증가하도록 유도하였다.

A-3의 파형(Fig. 8)은 A-1(Fig. 6) 및 A-2(Fig. 7)와 큰 차이가 없는 것으로 보인다. 그러나 저항성능은 $Fn=0.7$ 이상의 고속영역에서 A-1이 가장 우수하다 (Fig. 9).

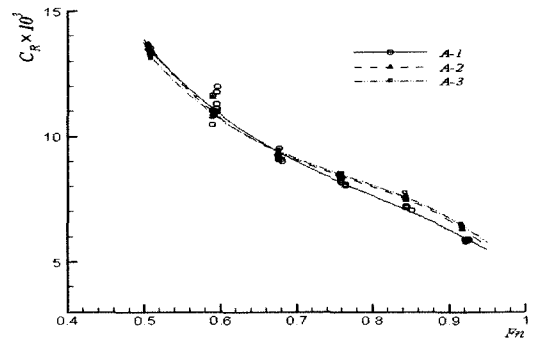


Fig. 9. Residual resistance for A-1, A-2 and A-3, Trial condition.

A-1, A-2 그리고 A-3의 트림 변화를 Fig. 10에 비교하여 나타내었다. 앞에서 언급한 바와 같이 트림이 증가하도록 A-3선형으로 수정하였고, 계측 결과도 동일한 경향이 나타났으나 오히려 저항이 약간 증가한 것으로 보아(Fig. 9) 트림의 영향으로 선미부에서의 압력저항이 크게 증가한 것으로 보인다.

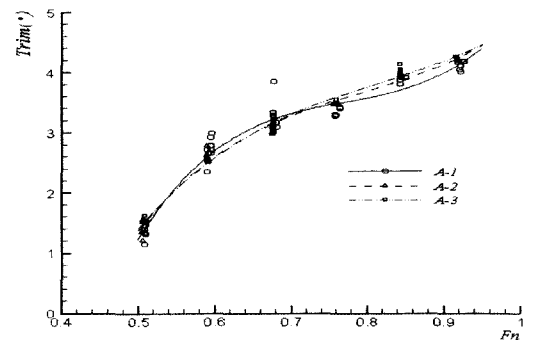


Fig. 10. Trim angle for A-1, A-2 and A-3, Trial condition.

선수부 선저를 타고 오르는 파를 억제하기 위하여 선형을 수정하고 파형변화에 미치는 영향을 검

토하였다.

A-4는 A-3 선형에 8.5 에서 9.5 Station 까지 차인을 따라 스프레이 스트립을 장착하여 선수부 선측 상방으로 타고 오르는 파를 억제하여 저항성능을 개선시키는 방향으로 시도되었다. Fig. 11에서 보는 바와 같이 스프레이 스트립에 의해 국부적으로 파가 선측을 타고 오르는 것이 억제되고 있음을 알 수 있다.



Fig. 11. Wave Pattern for A-4, Trial Condition, 20 Kts.

3.3 트림 변화와 선형성능

Fig. 12는 공시조건에서 A-3의 초기 트림 영향을 보이고 있다. 초기 평홀수 조건에서의 저항이 최대이고, 트림이 증가할수록 저항은 감소하고 있다. 0.3m 트림에서 최소값을 보이다가 다시 약간 증가하는 경향을 보인다.

따라서 선형수정 못지않게 초기 트림을 적절히 조절함으로써 저항을 감소시킬 수 있는 방안, 즉 최적 운항조건을 도출하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.

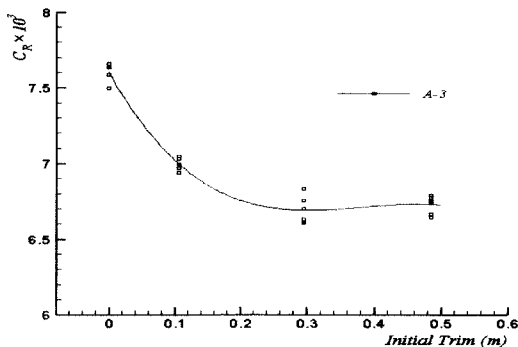


Fig. 12. Residual resistance; Effect of initial trim, A-3, Trial condition (20 knots).

Fig. 13은 A-4 선형에 초기 트림(264mm)을 주었을 때의 파형변화를 나타낸 것으로, Fig. 11의 초기 트림을 주지 않았을 때 보다 파형이 크게 개선되고 있음을 나타내고 있으며, Fig. 12의 A-3 선형과 같이 저항성능이 크게 개선될 것으로 판단된다.



Fig. 13. Wave Pattern for A-4, Trial Condition (264mm trim), 20 Kts.

4. 결 론

본 연구에서는 10톤급(9.77 G/T) 소형 연안어선의 저항성능을 회류수조를 이용한 모형시험을 통하여 조사하고, 저항성능개선을 위한 선형특성과 초기 트림에 대한 영향을 검토하였다.

본 연구를 통하여 다음과 같은 몇가지 결론을 도출할 수 있다.

- (1) 선미 A.P. 이후 돌출부 길이를 키우는 것은, 트림이 억제되면서 선수부 쇄파 현상이 커질 수 있으나, 선미단에서 빠져나가는 유체의 흐름을 개선시켜 저항성능을 크게 향상시킬 수 있다.
- (2) 적절한 초기 트림을 줌으로써 저항성능이 크게 개선될 수 있다.
- (3) 선수부 유체흐름을 개선시키기 위해 차인의 폭을 줄인 선형보다는이 폭을 그대로 유지하는 것이 파가 선체의 선측을 타고 올라가는 것을 방지하고 트림을 키워 성능측면에서 유리하게 작용한다.

참고문헌

- 이귀주 · 오훈택 (1997) : 고속어선의 저항 및 피칭 개선장치 개발에 관한 연구, 한국해양공학회지, 11(3), pp.89-94.
- 이귀주 · 김주남 · 이광일 (1997) : 중형어선의 단

면형상에 관한 실험적 연구, 대한조선학회
논문집, 34(1), pp. 87-92.
전호환 · 천승현 · 김시영 (2000) : 평수중 자유 횡
동요 시험에 의한 소형어선의 횡동요 감쇠
모멘트에 관한 연구, 대한조선학회논문집,
37(1), pp.1-9.

한국기계연구소 (1985) : 소형어선 근대화에 관한
연구, 과학기술처.

2004년 8월 17일 접수
2004년 10월 18일 수리