

한국 고속 소형 연안어선의 저항성능 연구

유진원¹·이영길^{2,†}·박애선¹·하윤진¹·박정규¹·최영찬¹
인하대학교 대학원 조선해양공학과¹
인하대학교 기계공학부 조선해양공학전공²

A Study on the Resistance Performance of Korean High-Speed Small Coastal Fishing Boat

Jin-Won Yu¹·Young-Gill Lee^{2,†}·Ae-Seon Park¹·Yoon-Jin Ha¹·Cheong-Kyu Park¹·Young-Chan Choi¹
Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Graduate School, Inha University¹
Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Inha University²

Abstract

The study on the improvement of resistance performance is very important for coastal fishing boats in Korea, because the prices of fuel oil are gradually risen and the demand of high-speed fishing boats is increased lately. This study is concerned with the improvement of the resistance performance for Korean high-speed small coastal fishing boats. A semi-planing hull form of Korean small coastal fishing boat is selected in the role of initial hull. From the modification of the hull form parameters and the local characteristics of the hull form, the improvement of the resistance performance is achieved. The resistance performances of the initial and the modified hull forms are estimated by using a numerical simulation method. Also, ship model tests are carried out in ship model basin.

Keywords : High-speed small coastal fishing boat(고속 소형 연안어선), Hull form design(선형설계), Resistance performance(저항성능), Numerical simulation(수치시뮬레이션), Model test(모형시험)

1. 서론

최근 한반도 연안에서 조업이 가능한 고속 소형 어선의 수요는 증가하고 있지만, 영세한 국내 어업 종사자들은, 건조비 증가 등의 이유로 선형을 개선하기 보다는 고 마력 엔진을 사용하여 어선의 속력을 높이고 있다. 또한 국내외 어업 환경은 자원의 감소, 유류비 상승에 따른 채산성 악화와 수산물 시장 개방 등의 문제를 겪고 있다(Kang 2006). 어업 환경의 변화, 연근해 수자원 고갈 문제 및 해양 레저 선박의 수요 증가에 대처하기 위하여 복합어선과 같은 새로운 선형개발이 요구되고 있다(Cho et al., 2002).

우리나라어선은 작업성, 안전성이 우수한 선형이 선호되어, 이와 같은 분야외의 어선에 관한 연구가 많이 이뤄지지 않고 있는 실정이다. 특히 저항성능에 관한 자료나 연구는 매우 드물게 이루어졌다. 하지만 최근 유가 상승들의 이유로 어선의 저항성능에 관한 연구의 필요성이 고조되고 있다. 이에 따라 국내에서 연근해 소형어선 근대화 사업 및 소형어선의 마력추정과 선형설계에 관한 연구, 우리나라어선의 저항성능 및 선형요소와 관한 연구 등의 어선 저항성능 향상에 관한 연구가 진행되었다(Kim and Lee 1984; Lee 1984; Lee et al., 2006; Kang et al., 2007; Lee et al., 2008; Yu and Lee 2008; Jee et al., 2009).

근래에는 20knots 이상의 고속어선이 많이 이용되고 있지만, 고속어선의 저항성능에 관한 연구가 부족한 실정이다. 선행연구(Yu et

al.(2010))에서 20knots에서 운항하는 국내 연안 어선을 대상으로 하여, 저항성능이 향상된 선형을 설계하였다. 하지만 고속 어선에 대한 수요 증가에 따라, 20knots 이상에서 운항하는 어선에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

본 연구에서는 한국의 영해 안에서 25knots로 운항하는 어선을 대상으로, 유효마력을 감소시킬 수 있는 선형요소를 산출하고, 국부적인 선형특성을 추가적으로 보정하여, 저항성능을 향상시킬 수 있는 선형을 설계한다. 설계된 선형에 대한 수치시뮬레이션과 모형시험을 수행하여, 저항성능의 향상 정도를 확인한다. 본 연구의 선형 설계 결과를 바탕으로, 좀 더 우수한 저항성능을 가지는 한국형 고속 소형 연안 어선을 제시하고자 한다.

2. 연구 대상 선형 및 선형 보정

2.1 연구 대상 선형

25Knots로 운항하는 국내 고속 연안어선 중에서 선형자료가 공개되어 있는 G/T 9.77톤 낚시어선(Korea Ship Safety Technology Authority 2009)을 연구 대상 선형으로 선정하였다.

G/T 9.77톤 낚시어선의 배수용적은 17.00³m이지만, 선행 연구(Yu et al., 2010)에서 사용되어진 국내 연안어선의 선형요소 범위를 본 연구의 선형 설계에 활용하기 위하여, 배수용적을 12.87³m로

축소(축척:1/1.112)한 선형을 초기선형(25)(Scaled initial hull(25))으로 하여 연구를 진행하였다. 이는 국내 연안어선 중에 가장 건조척수가 많은 4.99톤급 어선에 본 연구 결과를 적용하기 위함이다.

Fig. 1은 초기선형(25)의 선도이며, Table 1은 초기선형(25)의 선형요소를 나타내고 있다.

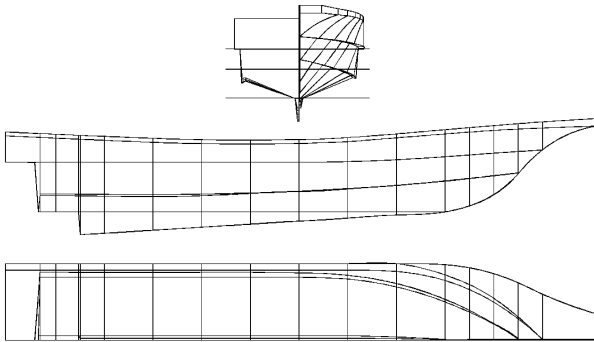


Fig. 1 Lines of the initial hull

Table 1 Principal dimensions of the initial hull

Principal dimension	Initial hull	Scaled initial hull(25) (scale:1/1.112)
$L_{WL}(m)$	13.62	12.25
$B(m)$	3.40	3.06
$B_C(m)$	3.30	2.94
$T(m)$	0.70	0.63
$WSA(m^2)$	50.5	42.94
$\nabla(m^3)$	17.00	12.87
LCB(%)	-8.86	-8.86
C_B	0.531	0.531
C_P	0.741	0.741

초기선형(25)은 차인선형과 직선단면형상을 가진 고속선형으로, 설계속력($F_n=1.17$)에서 속력과 선형의 관계(Savitsky 1985)에 따른 선체 지지방식을 보면, 활주형 선박에 속한다. 활주선형은 고속영역에서 단면형상이 저항성능에 큰 영향을 미친다. L_{WL}/B 와 단면형상에 따른 저항성능을 보면, $L_{WL}/B=4.0$ 을 갖는 활주선형이 25knots에서 운항하는 경우, 오목 단면형상(Concave section shape) 또는 볼록오목 단면형상(Inverted bell section shape)이 저항성능에 유리한 것으로 파악되어 진다(Lee and Lee 1998). 특히, L_{WL}/B 가 커질수록 볼록오목 단면형상이 저항성능에는 좋은 것으로 나타나고 있다. 초기선형(25)은 직선 단면형상(Straight section shape)을 가지고 있는데, 이는 생산성을 높이고 건조단가를 낮추기 위한 것으로 추측된다.

또한, 초기선형(25)은 차인 폭이 중앙보다 선미부분이 넓고, 트랜섬 부분까지 일정하게 유지되어, 충분한 복원력을 확보한 선형으로 판단된다. 활주선에 대한 모형시험결과(Koelbel 1978)를 보면, 20° 내외의 선저 경사각이 활주선에 적절함을 알 수 있다. 이는 초기선형(25)의 선저 경사각(19.5°)과 유사한 수치이다. LCB는 활주성능과 밀접한 관계를 가지고 있으며, 일반적으로 트랜섬에서 LCB까지의 거리는 L_{WL} 의 약 40~45%정도의 위치가 적

당하다(Niwa 1971). 초기선형(25)의 LCB 위치는 약 41%정도로, 비교적 활주성능에 좋은 지점에 위치한 것으로 판단된다.

2.2 선형 보정

선형 설계는 20knots 연안어선 설계(Yu et al., 2010)와 마찬가지로 선형요소를 보정하여 유효마력을 최소화 시키는 과정과 그 후, 선형특성을 보정하여 저항을 보다 더 감소시키는 과정을 단계별로 수행하였다. 선형요소 결정에 있어서는 저항 성능만을 고려하면 운동성 및 작업성 등의 실용성이 결여될 수도 있기 때문에 본 연구에서는 이에 대비하기 위하여 어선의 기본적인 특성이 포함될 수 있도록 한국 연안 실적어선의 주요요목(Korea Ship Safety Technology Authority 1995)을 참고하였다.

설계속력은 초기선형(25)의 선속인 25knots ($F_{nV}=2.68$)로, 반 활주선형(semi-planing)($2.5 \leq F_{nV} < 4.0$)에 속하는 속력이다. 정지된 상태의 수선길이를 이용한 Froude 수(F_n)은, 속도에 따라 수선길이의 변화가 심한 고속의 소형선박에서의 각 속도에 따른 올바른 Froude 수의 표현이 되지 못함으로, 정지 시의 배수용적의 세제곱근을 이용한 Froude 수(F_{nV})를 사용하여 연구를 수행하였다.

20knots 연안어선 설계에서 사용한 한국어선의 유효마력 추정 프로그램 FISH-K(Lee et al., 2006)는 $F_{nV}=2.1$ 까지만 추정할 수 있기 때문에, 본 연구에서는 $F_{nV}=1.0 \sim 4.0$ 까지 추정 가능하고, 활주선의 저항 추정에 활용되는 회귀방정식인 Radojic method (Toshikazu 1992)를 이용하여 유효마력을 추정하였다. Radojic method의 저항추정식 Y 는 회귀해석을 통하여 도출된 회귀계수들과 활주형 선박의 저항에 영향을 미치는 주요 선형요소들을 이용한 식(1)의 다항식으로부터 구할 수 있다. 여기서 X_1, X_2, X_3, X_4 는 선형요소들에 의한 파라미터들을 정규화한 것으로 식(2)과 같다. 추정식 Y 는 배수량 100000lbs인 선박의 단위배수량에 해당하는 저항 값(lbs)으로, 구하고자 하는 실선의 저항(R) 및 유효마력은 식(5)과 식(6)을 통하여 구한다.

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_1 X_2 + b_6 X_1 X_3 + b_7 X_1 X_4 + b_8 X_2 X_3 + b_9 X_2 X_4 + b_{10} X_3 X_4 + b_{11} X_1^2 + b_{12} X_2^2 + b_{13} X_3^2 + b_{14} X_4^2 + b_{15} X_1 X_2^2 + b_{16} X_1 X_3^2 + b_{17} X_1 X_4^2 + b_{18} X_2 X_1^2 + b_{19} X_2 X_3^2 + b_{20} X_2 X_4^2 + b_{21} X_3 X_1^2 + b_{22} X_3 X_2^2 + b_{23} X_3 X_4^2 + b_{24} X_4 X_1^2 + b_{25} X_4 X_2^2 + b_{26} X_4 X_3^2 \quad (1)$$

$$X_1 = (A_p / \nabla^{2/3} - 6.875) / 2.625 \quad (2)$$

$$X_2 = (100 \cdot L_g / L_p - 37.15) / 7.15$$

$$X_3 = (L_p / B_{pa} - 4.54) / 2.18$$

$$X_4 = (B_M - 25.2) / 12.2$$

$$R = \left[\frac{R_{100000}}{\Delta_{100000}} - C_f \frac{S_{100000}}{\Delta_{100000}} \times \frac{1}{2} \frac{S_{100000}}{\nabla_{100000}^{2/3}} F_n^2 \right] \times \Delta_{100000} \times \frac{SV^2}{S_{100000} V_{100000}^2} + (C_f + C_\alpha) \times \frac{1}{2} \rho SV^2 \quad (3)$$

$$EHP = \frac{RV}{75} (P.S) \quad (4)$$

여기서, L_p 는 차인선의 길이, A_p 는 활주면의 면적, B_{pa} 는 활주면의 평균 폭($=A_p/L_p$), B_M 은 $L_p/2$ 에서 평균 선저 경사각($^\circ$), L_g 는 트랜섬 후단으로부터 LCB중심까지의 수평 거리, R_{100000} 은 배수량 100000lbs인 선박의 저항 값(lbs), Δ 는 배수량(ton), C_f 는 Scheonherr의 마찰저항계수, C_a 는 correlation allowance, R 은 실선의 저항(kg), V 는 속력(m/sec)이다.

첫 번째 선형설계의 단계는 선형요소를 보정하는 것으로, 어선의 저항을 좌우하는 주요 선형요소를 개선함으로써 저항성능을 향상시키는 과정이다. 초기선형(25)을 대상으로, $A_p/\nabla^{2/3}$, L_g/L_p , L_p/B_{pa} , B_M 을 변수로 하여, Radojic method 저항추정 값이 감소될 수 있는 선형요소 값들을 산출하고, 이들 선형요소들로부터 변수 선정 조건 등을 고려하여 L_M , B , B_C , D , T , WSA 등을 비례식 및 추정식을 통하여 산출하였다. 산출된 값이 국내연안어선 실적선의 주요요목 범위를 벗어나면 이를 제외시키고 위 과정을 반복한다. 실적선의 주요요목 범위를 벗어나지 않고 Radojic method를 이용한 유효마력이 최소가 되는 선형요소와 주요요목 수치들을 최종적으로 선택하여 선형 설계를 수행하였다.

Table 2 Comparison of the principal dimensions between the scaled initial hull(25) and the designed hull(25)

Principal dimension	scaled initial hull(25)	Designed hull(25)
L_M (m)	12.25	12.25
B (m)	3.06	3.06
B_C (m)	2.94	2.70
T (m)	0.63	0.63
∇ (m^3)	12.87	12.87
WSA (m^2)	42.94	41.80
LCB(%)	-8.86	-8.86
C_B	0.531	0.531
L_p	12.39	12.39
A_p	29.47	26.97
L_g	5.04	5.04
B_{pa}	2.38	2.18
B_M	19.5	18.5

Table 2는 초기선형(25)과 출력된 선형요소들로 보정한 설계 선형(25)(Designed hull(25))의 선형요소를 비교한 것이다. 초기 선형(25)과 비교하여 설계선형(25)의 활주면과 활주면의 평균 폭이 줄어들었고, 이에 따라 차인 폭이 감소하였다. 또한 평균 선저 경사각이 작아졌다. L_g 는 초기선형(25)이 가지는 LCB의 위치가 적절하다고 판단하여, 초기선형(25)의 선형적 특성을 유지하도록 변화시키지 않았다. L_g 를 변화시키지 않고 선형설계를 수행하였기 때문에, Fig. 2와 같이 설계선형(25)의 횡단면적 곡선(sectional areas curve)은 초기선형(25)의 횡단면적 곡선과 같다. Fig. 3은 Radojic method를 이용한 추정 유효마력을 비교한 것으로, 설계속력에서 설계선형(25)의 유효마력이 초기선형(25)보다 약 5% 감소한 결과를 보여주고 있다. $F_n \nabla = 2.33$ 이하에서 초기선형(25)의 유효마력이 설계선형(25) 보다 낮게 추정되고 있다. 이는 추정프로그램 자체에 내재되어 있는 저속 구간에서의 추정 오차로 보여 지

며, Toshikazu (1992)의 연구에서도 실험값과 비교하여 저속구간에서 추정값의 오차가 크게 나타나는 유사한 결과를 보이고 있다.

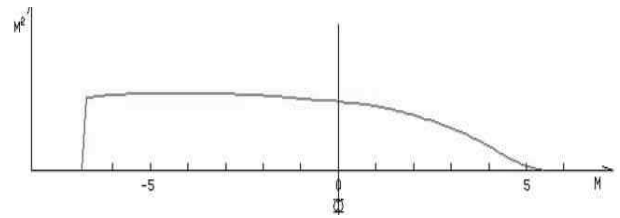


Fig. 2 Sectional area curves of the scaled initial hull(25) and the designed hull(25)

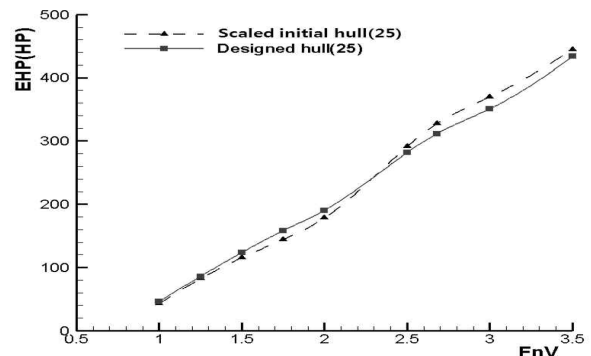
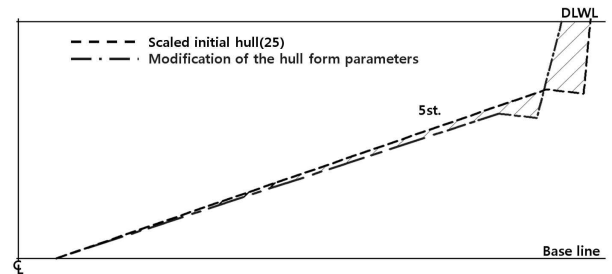
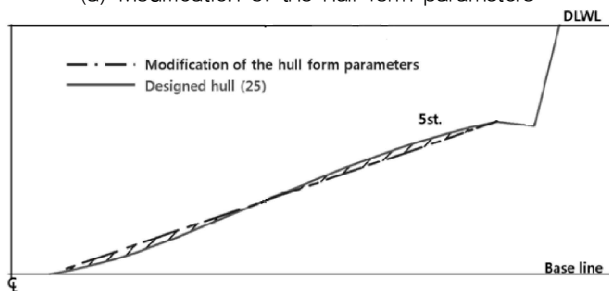


Fig. 3 Comparison of the estimated EHP between the scaled initial hull(25) and the designed hull(25)



(a) Modification of the hull form parameters



(b) Modification of the hull form characteristics

Fig. 4 Frame line modification for the designed hull(25)

선형설계는 상용 선박설계 프로그램인 Ez-Ship을 사용하였으며, Fig. 4의 (a)에서와 같이 초기 선형의 차인 폭이 좁아지지만, 선저 경사각을 낮춰 줌으로서, 횡단면적의 증감이 같도록 하였다. 선형설계의 두 번째 단계는 선형특성을 보정하는 단계이다. 활주면의 단면형상 및 장폭비와 저항 성능과의 관계에 대한 연구(Lee 1998)를 보면, 25knots에서 볼록오목 단면 형상이 저항성능 면에서 우수한 선형으로 검증되었다. 이는 폭이 좁아질수록 저항성능은 단면형상에 의해 좌우되어진다는 것을 의미한다. 이 점을 참고하여 선형요소가 보정된 선형을 대상으로 볼록 오목 단면형상을 갖도록

선형특성을 보정하였다. Fig. 4(b)는 선형특성 변화에 따른 선형 보정을 보여주고 있다. 볼록한 부분과 오목한 부분의 단면적을 같게 하여, LCB와 배수용적의 변화가 없도록 보정하였다. 볼록한 부분에서 오목한 부분으로 변하는 변곡점 및 곡률의 정도는, 초기선형(25)과 선형이 유사하고 볼록오목 형상의 단면을 가진 활주선(Naoki 2005)을 참고하여 보정하였다. Fig. 5는 선형특성까지 보정된 설계선형(25)을 초기선형(25)과 비교하여 나타내었다.

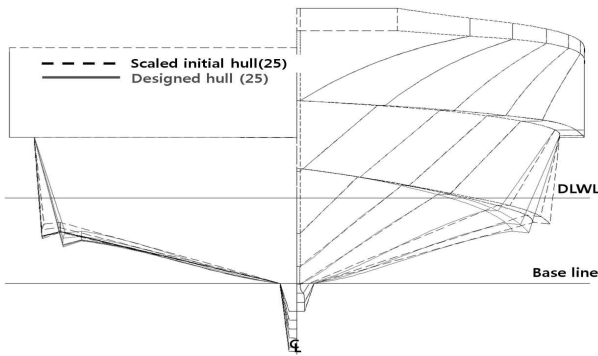


Fig. 5 Comparison of the hull forms between the scaled initial hull(25) and the designed hull(25)

3. 수치계산과 모형시험의 결과고찰

3.1 수치 계산

초기선형(25)과 설계선형(25)에 대한 저항성능의 차이를 확인하기 위해 수치계산을 수행하였다. 계산조건은 Table 3과 같으며, 상용코드인 Fluent 6.3.26을 사용하였다. 계산영역은 Fig. 6과 같이 선체를 중심으로 선미방향은 배 길이의 4.0배, 선수, 폭, 깊이방향으로는 각각 2.5배이다.

Fig. 7은 초기선형(25)과 설계선형(25)의 파형을 비교한 그림이다. 초기선형(25)과 설계선형(25)에서 발생하는 파형을 비교해 보면, 설계선형(25)의 선수 부근에서 발생하는 발산파의 파고가 높은 부분이 초기선형(25)에 비하여 크게 차이는 없지만, 선미 후류 부분의 파고가 낮은 영역이 조금 감소하였다. 이는 선형 요소 보정에 의한 차인 폭 감소에 기인한 것으로 판단된다. 특히 차인 폭 감소의 영향이, 항주자세로 인하여, 선수부보다 선미부의 파형 변화에 좀 더 크게 작용하는 것으로 판단된다.

Table 3 Calculation conditions

	Scaled initial hull(25)	Designed hull(25)
Scale	1/17	1/17
LWL(m)	12.25	12.25
BC(m)	3.06	3.06
draft(m)	0.63	0.63
WSA(m ²)	42.94	41.8
Number of grids	about 900,000	
Turbulence model	Realizable k-ε	
Pressure-velocity coupling	SIMPLE	
Calculate of free surface	VOF(Volume of fluid)	

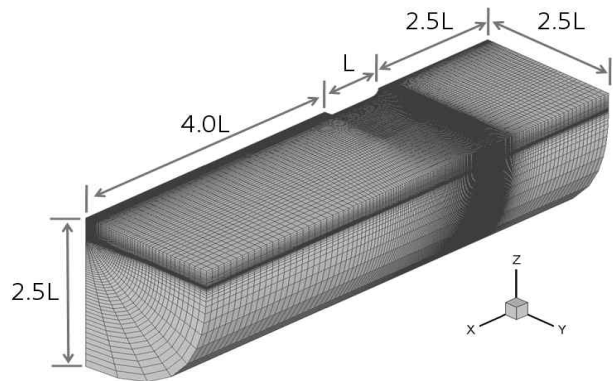


Fig. 6 Grid system for calculation

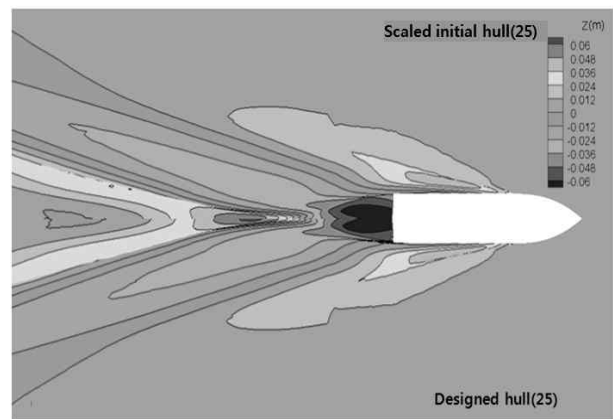


Fig. 7 Comparison of the wave contours between the scaled initial hull(25) and the designed hull(25)

Fig. 8 (a), (b)는 선체에 작용하는 압력분포와 선측파형을 나타낸 것이다. 설계선형(25)의 경우 초기선형(25)에 비하여, 압력의 최대치는 비슷해 보이지만, 국부적으로 압력이 높게 나타나는 stagnation line 부근에서, 높은 압력의 영역이 작아진 것을 확인할 수 있다. 이는 초기선형(25)과 설계선형(25)의 단면형상의 차이에 기인한 것으로 판단된다. 항주상태에서 선체와 자유 수면이 맞닿는 부분의 수면 아래 단면형상이 설계선형(25)의 경우 볼록한 형상으로 되어 있다. 이로 인하여 직선형상을 갖는 초기선형(25)에 비하여, 유동이 좀 더 멀리 돌아서 빠져나가게 되어, 상대적으로 설계선형(25)에서 높은 압력의 영역이 작아진 것으로 파악되어 진다. Fig. 8 (b)에서 선수부분의 선측파형이 급하게 변화하여 국부적으로는 침수표면적이 증가한 것으로 보이지만, Fig. 8 (c)에서 보이는 것처럼 차인 폭이 감소하여, 총 침수표면적은 줄어들게 된다.

Table 4는 각 선형들의 저항성능 차이를 비교한 것이다. 압력 저항(Pressure resistance, RP)과 점성저항(Viscous resistance, RV; 선체표면 마찰에 의한 저항을 뜻함.)을 비교했을 때 설계선형(25)이 초기선형(25)에 비해 각각 3.9%, 7.9% 감소하였고,

전 저항을 비교했을 때는 5.4% 감소하였음을 확인할 수 있다. 수계산에서 산출된 전 저항 계수를 2차원 외삽법에 의한 모형선-실선 저항 추정법으로 실선의 전 저항을 추정하여 유효마력을 비교하면 약 6.5% 감소할 것으로 추정된다.

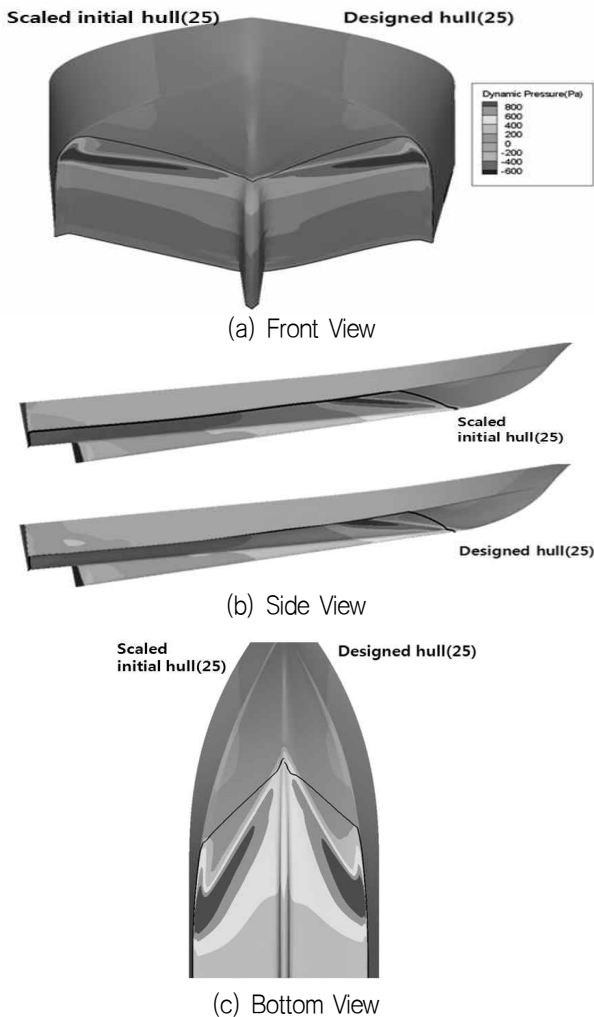


Fig. 8 Comparison of the pressure distributions between the scaled initial hull(25) and the designed hull(25)

Table 4 Comparison of the resistance components between the scaled initial hull(25) and the designed hull(25)

	scaled initial hull(25)	Designed hull(25)
Ship speed(m/s)	3.12	3.12
$R_{VM(CFD)}$ (N)	2.54	2.34
$R_{PM(CFD)}$ (N)	4.10	3.94
$R_{TM(CFD)}$ (N)	6.64	6.28
$C_{VM(CFD)}$ ($\times 10^{-3}$)	3.52	3.33
$C_{PM(CFD)}$ ($\times 10^{-3}$)	5.69	5.59
$C_{TM(CFD)}$ ($\times 10^{-3}$)	9.21	8.92
$C_{FM(ITC1957)}$ ($\times 10^{-3}$)	3.96	3.96
C_{RM} ($\times 10^{-3}$) ($C_{TM(CFD)} - C_{FM(ITC1957)}$)	5.25	4.96
$C_{FS(ITC1957)}$ ($\times 10^{-3}$)	1.95	1.95
C_{TS} ($\times 10^{-3}$) ($C_{RM} + C_{FS(ITC1957)}$)	7.20	6.91
R_T [kN]	25.5	23.9
EHP[ps]	446	417

3.2 모형 시험

초기선형(25)과 설계선형(25)의 저항성능을 보다 자세히 파악하기 위하여 모형시험을 수행하였다. 모형선은 예인전차의 예인속도를 고려하여 1/17 축척으로 제작되었다. 각 선형들의 모형시험을 $F_n \nabla = 0.86 \sim 2.68$ 에서 수행하였으며, Fig. 9는 설계속력 $F_n \nabla = 2.68$ 에서 모형시험을 수행한 사진들이다. 초기선형(25)과 설계선형(25)의 파형은 크게 차이가 나지 않는 것을 확인할 수 있다. 따라서 초기선형(25)과 설계선형(25)의 조파저항성 면에서는 크게 차이가 없을 것으로 판단된다.

Fig. 10에서 잉여저항계수를 확인해보면 전 속도 영역에서 설계선형(25)이 초기선형(25)에 비하여 거의 일정한 폭으로 감소된 것으로 확인할 수 있으며, 설계속도의 경우 약 10.8%가 감소하였다. 이는 잉여저항계수의 감소에 있어서 조파저항보다는 형상저항이 감소한 것으로 판단된다. 형상저항의 감소는 설계선형(25)의 차인 폭과 침수표면적의 감소로 인한 것으로 판단된다. 일반적으로 형상저항은 유체의 점성과 관계가 있다고 가정하고 있기 때문에, 수치계산 결과(Table 4)에서의 점성저항 감소와 실험 결과에서의 잉여저항(그 중 형상저항)의 감소가 서로 관련되어 있는 것으로 판단된다. 트림과 침하량을 보면, 초기선형(25)과 설계선형(25)이 크게 차이가 없는 것으로 나타나 항주자세의 변화가 없는 것으로 파악된다. 설계속도에서 유효마력을 비교하면 설계선형(25)이 초기선형(25)에 비하여 약 7% 감소하는 결과를 보이고 있다.



(a) Scaled initial hull(25) (Model number: IT10-05)



(b) Designed hull(25) (Model number: IT10-06)

Fig. 9 Photographs of the hull forms during the model test at $F_n \nabla = 2.68$

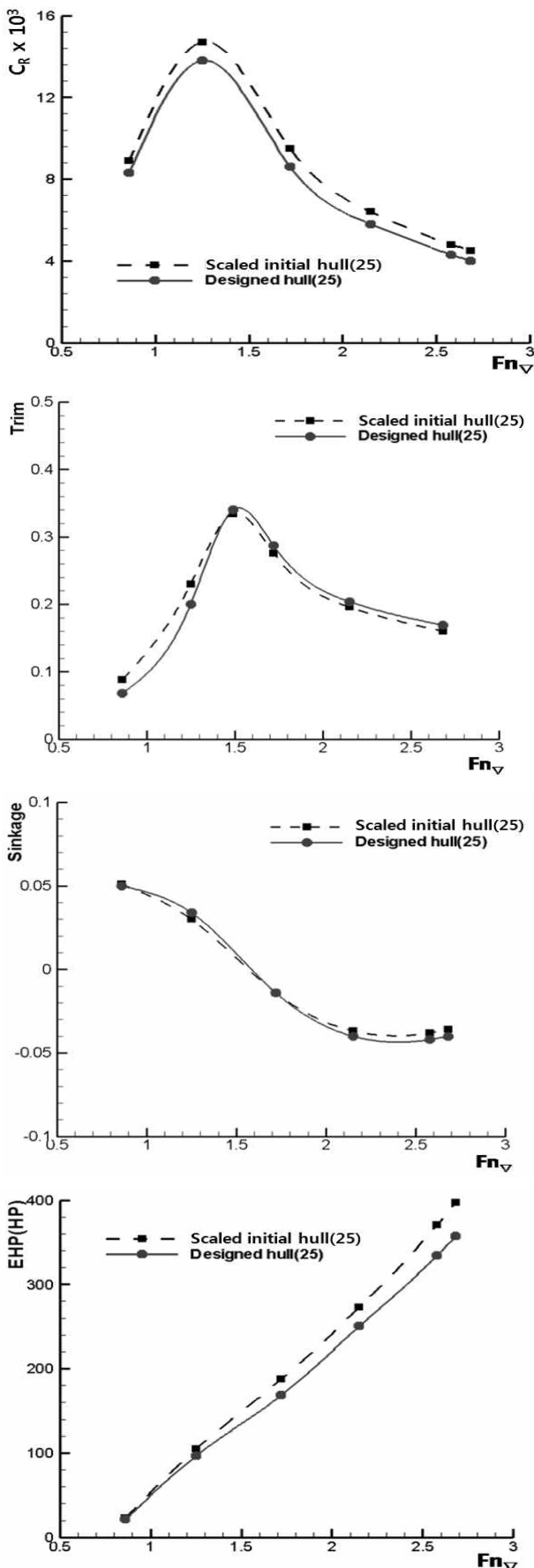


Fig. 10 Comparison of C_R , Trim, Sinkage and EHP curves

추정 유효마력, 수치계산으로 얻어진 유효마력, 실험을 통하여 얻어진 유효마력을 비교하여 보면, 설계속력에서의 추정 유효마력 감소율(5%)보다 실험, 수치계산을 통하여 얻어진 유효마력 감소율(7%, 6.5%)이 더 크게 나타나고 있다. 이는 유효마력 추정에서 포함되지 않은 선형 특성보정의 영향까지 고려되어 나타난 결과로, 이를 통하여 선형 특성 보정에 따른 저항 성능 향상 정도를 간접적으로 파악할 수 있겠다.

4. 결론

저항성능이 보다 우수한 한국형 고속 연안어선의 선형설계를 위하여 설계속력 25Knots($Fn_v=2.68$)에서 선형 보정을 통한 선형 설계를 수행하였다. 이후 수치계산과 모형시험을 수행하여 저항 성능 향상을 확인하였다.

1) 한국의 소형 연안어선의 저항성능을 향상시키고자 두 단계에 걸쳐 선형설계를 하였다. 첫 번째, 선형요소 보정은 어선의 저항을 좌우하는 주요 선형요소를 개선함으로써 저항성능을 향상시키는 과정으로, 초기선형에 비해 저항을 감소시킬 수 있는 선형요소 조합을 산출하여 보정하였다. 두 번째, 선형특성 보정에서는 국부적인 선형특성을 보정하여 선형설계를 수행하였다.

2) 모형시험을 통하여 초기 선형에 비하여 선형요소 보정선형은 $Fn_v=2.68$ 에서 유효마력이 약 5%, 선형특성까지 보정한 선형은 약 7%정도 감소하였다. 이를 통하여 선형요소만 보정하는 방법보다 선형특성까지 보정하는 방법이 더욱 효과적임을 알 수 있었다.

3) 선형요소와 국부적인 선형을 보정하여 저항성능을 검토하는 연구는 앞으로 한국 고속 소형 연안어선의 저항성능을 향상시킬 수 있는 주요한 하나의 선형설계기법이 될 수 있을 것이다.

앞으로도 저항성능 향상과 고속어선에 대한 연구는 지속적으로 진행되어야 하며, 본 연구가 다른 종류의 선박에 대한 에너지 절감형 선형설계에도 효과적인 참고자료가 될 것으로 기대된다.

후 기

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2009-0073832)

참 고 문 헌

- Cho, J.H. Park, C.H. Back, Y.S. & Kang, B.Y., 2002. A Study on The Hull Form Development Plan of Multi-purpose Coastal Small Ship. *Proceeding of the Annual Spring Meeting, KSOE*, pp.237-242.
- Jee, H.W. Lee, Y.G. Kang, D.S. Ha, Y.J. Choi Y.C. & Yu, J.W., 2009. Resistance Performance of Korean Small Coastal Fishing Boat in Low-Speed Range. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 46(1), pp.10-23.

- Kang, D.S., 2006. A Study on the Estimation of Effective Horsepower and a Design Method of Hull Form with Minimal Resistance for Korean Small Fishing Vessels. *A doctoral dissertation*, Graduate school of Inha University.
- Kang, D.S. Yu, J.W. & Lee, Y.G., 2007. A Study on the Hull Form Design with Minimum Resistance for Domestic Coastal Fishing Boats. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 44(4), pp.349-359.
- Kim, H.C. Lee, Y.G., 1984. *Research on the modernization of small fishing boats*, KIMM.
- Koelbel, J.G., 1978. Performance Prediction, Small Craft Engineering Resistance. *Propulsion and Sea Keeping, SNAK*, pp.101-178.
- Korea Ship Safety Technology Authority, 1995. *A Study For the Development of Standard Fishing Vessel(III)*, MARITIME AFFAIRS & PORT OFFICE.
- Korea Ship Safety Technology Authority, 2009. <http://www.kst.or.kr>
- Lee, K.J. Lee, K.I., 1998. A Study on the Effect of Section Shape and L/B ratio on the Performance of Planing Hull Type High Speed Fishing Vessel. *Bull. Korean Soc. Fish. Tech.* 34(3), pp.283-286.
- Lee, Y.G., 1984. A Study on the EHP Estimation and Design Procedure of Small Fishing Boat's Hull Form. *Bulletin of the Society of Naval Architects of Korea*, 21(3).
- Lee, Y.G. Yu, J.W. Kim, K.S. & Kang, D.S., 2006. A Study on the Effective Horsepower Estimation for Domestic Coastal Fishing Vessels. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 43(3), pp.313-321.
- Lee, Y.G. Jee, H.W. Yu, J.W. Kang, D.S. & Kwon, S.Y., 2008. Characteristics and improvement plans of the hull form of Korean coastal fishing boats in connection with the performance of hull form resistance. *Journal of Korea Ship Safety Technology Authority*, Vol. 25, pp.47-63.
- Naaki, O., 2005. A practical estimation system for resistance of planing craft by Artificial networks. *Mitsui Zosen Technical Review*, No.185, pp.30-37.
- Niwa, S., 1971. *High Speed Craft Engineering*, Boat Association Publishing Department(written by Japanese).
- Savitsky, D., 1985. Planing Craft, *Naval Engineers Journal*, February, pp.8-15.
- Toshikazu, M., 1992. E.H.P. *Estimation of High Speed Fishing Boats by Some Existing Methods*, Tech. Rept N.R.I.F.E. Fish. Boat & Instr.12, pp.33-42.
- Yu, J.W. & Lee, Y.G., A Study on the Bow Wave Characteristics for the Resistance-Minimized Hull Form of Small Fishipn Boat. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 45(2), pp.124-131.
- Yu, J.W. Lee, Y.G. Jee, H.W. Park, A.S. Choi Y.C. Ha. Y.J. & Jeong, K.L., 2010. A Study on the Improvement of Resistance Performance for G/T4.99ton class Korean Coastal Fishing Boats. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 47(6), pp.757-762.

