

국내 연안어선의 유효마력 추정에 관한 연구

이영길⁺, 유진원^{**}, 김규석^{**}, 강대선^{**}

인하대학교 기계공학부 선박해양공학전공^{*}, 인하대학교 대학원 선박공학과^{**}

A Study on the Effective Horsepower Estimation for Domestic Coastal Fishing Vessels

Young Gill Lee⁺, Jin Won Yu^{**}, Kyu Seok Kim^{**} and Dae Sun Kang^{**}

Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Inha University^{*}

Dept. of Naval Architecture, Graduate School of Inha University^{**}

Abstract

As the hull form of Korean fishing vessels is different from that of Japanese fishing vessels, the statistical regression analysis results of the resistance estimation for the Japanese fishing vessels is not able to be employed for the Korean fishing vessels just as it is. In this paper, it is introduced to an effective horsepower estimation method for the Korean domestic coastal fishing vessels, which is based on the statistical regression analysis of the model test results of the Japanese fishing vessels and the adjustment of those regression factors using the hull form data and model test results of Korean fishing vessels. The estimation results of the effective horsepower using the present prediction method are compared with experimental data. The comparison results show good agreements in the conventional speed range of fishing vessels.

※Keywords: Fishing vessel(어선), Resistance(저항), Performance Estimation(성능추정), Regression analysis(회귀 해석)

1. 서론

최근 우리나라에서의 어선을 이용한 어업은 연안 어족자원 감소, 한중일 어업협정, 유류비 상승에 따른 채산성 악화, UN 해양법 협약 발표에 따

른 배타적 경제수역(EEZ) 선포, 국제무역기구(WTO)체제 출범에 따른 수산물 시장 개방 및 연안오염 등 사회적, 환경적 변화가 급변하여, 이를 고려한 어선 선형 개발의 필요성이 커지고 있다. 일본에서는 이미 1970년대에 어선의 고속화를 위한 많은 연구가 진행되어 어선의 저항추정 및 우수한 저항추진 성능을 가지는 선형개발에 관한 연구(Tsuchiya 1972)가 활발히 수행되었다. 국내에

접수일: 2006년 3월 12일, 승인일: 2006년 4월 17일

+ 교신저자: younglee@inha.ac.kr, 032-860-7340

서 진행된 어선에 관한 연구는 한국기계연구소 (1983) 주관 하에 수행된 연근해 소형 어선 근대화사업 및 소형어선의 마력추정과 선형설계에 관한 연구가 있었으며, 인하대학교에서도 과학기술처의 특정 연구 사업으로 FRP 표준어선(G/T 19 톤급 연근해연승어선) 개발에 관한 연구(홍성완 1988)를 수행하였다. 또한 어선협회(현 선박검사기술협회)와 현대 선박해양연구소 공동으로 회류수조에 의한 어선의 모형시험과 선형개선에 관한 연구가 수행되었고(이귀주 1993), 이 모형시험 결과를 토대로 하여 어선협회에서는 표준어선선형을 개발하여 고시하였다. 국내어선의 저항성능 및 선형 요소에 관하여 김수영 등(1995), 김현철 등(1994), 유상현 등(2000), 진송한 등(2003) 이 연구하였다.

이러한 연구 성과들을 배경으로, 본 연구에서는 하드 차인(Hard Chine), 트랜섬 선미선형이고 G/T 7.93톤 이하 국내 어선의 초기 개발단계에서 신속하고 정도 높게 유효마력을 추정할 수 있는 기법을 제시하고자 한다. 먼저 18척의 국내 연안어선에 대하여, 일본 어선 선형에 기초한 마력 추정프로그램인 FISH202(이영길 1984)를 이용하여 저항 추정값을 구하고, 저항 시험값과 비교하였다. 일본 어선은 국내 어선보다 길이가 더 길거나 폭이 조금 좁은 경향을 보이며, 국내 어선과 일본 어선과의 선형 차이로 인하여 이러한 저항 추정값과 실제 모형선을 이용한 시험값 사이에 오차가 적지 않게 생긴다. 따라서 본 연구에서는 국내 어선에 맞는 유효마력 값을 얻기 위하여 선형요소들을 이용한 유효마력 보정식을 구하였다. 저항시험자료가 없는 국내 어선 35척에 대하여 모형시험자료를 참고로 보정을 통한 유효마력 추정 값을 구하고, 총 53척의 국내 어선에 대하여 단계별 중회귀해석을 이용하여 회귀계수를 도출하였으며, 이러한 회귀계수들을 이용하여 국내연안어선의 유효마력 추정프로그램을 개발하고자 하였다.

2. 선형요소의 선정

본 연구에서는 일본 어선 선형에 기초한 마력 추정프로그램인 FISH202를 근간으로 우리나라 연

안어선의 유효마력을 보다 정확하게 추정할 수 있도록 예상 오차에 대해 회귀분석법을 이용하여 회귀계수를 도출하였다. 따라서 저항추정에 적용된 선형요소와 기법 등은 기존 연구(Tsuchiya 1972, 이영길 1984)와 동일하다

2.1 선형요소

소형어선의 대부분이 하드차인을 가진 v형 각형선으로 어로작업과 항해시 복원성을 높이고 현측으로부터 갑판에 해수가 유입되는 것을 방지한다. 연안어선이 고속 항주할 때 L_{wl} 은 속도의 변화에 따라 적지 않게 변화하게 된다. 정지시의 수선길이 L 을 이용한 Froude 수 $F_n = \frac{V}{\sqrt{gL_{wl}}}$ 가 항주시의 길이변화에 따라 각 속도에 따른 올바른 Froude 수의 표현이 되지 못함으로, 본 연구에서는 L_{wl} 대신에 정지 시의 배수용적 ∇ 의 세제곱근을 이용한 Froude수 $F_{n\nabla}$ 를 사용하였다.

$$F_{n\nabla} = \frac{V}{\sqrt{g\nabla^{1/3}}}$$

하드차인, 트랜섬 선형에서 일반적으로 저속 영역($F_{n\nabla}=0.6 \sim 1.2$)과 고속 영역($F_{n\nabla}=1.3 \sim 2.1$)에서 선체저항을 지배하는 중요한 선형요소가 서로 같지 않으므로 이를 구분하여 마력추정 시 고려하였다. 저속영역과 고속영역에서 선체저항에 크게 영향을 미치는 선형요소 및 각각의 선형요소들의 적용범위는 Table 1에 나타나 있다.

Table 1 Application range of the hull form factors

| $F_n\nabla$ | 0.6~1.2 | 1.3~2.1 |
|-----------------------|-------------|-------------|
| 선형요소 | 적용범위 | 적용범위 |
| $L_{wl}/\nabla^{1/3}$ | 4.3 ~ 6.8 | 4.0 ~ 7.0 |
| $B_c/\nabla^{1/3}$ | | 0.9 ~ 1.6 |
| B_c/T | 2.0 ~ 8.0 | |
| L_{CB} | -10.0 ~ 2.8 | -10.0 ~ 3.5 |
| C_p | 0.5 ~ 0.7 | |
| C_B | | 0.38 ~ 0.62 |

일본어선 선형에 기초한 마력 추정프로그램인 FISH202의 전저항계수 ${}_{22.5}R_T$ (Tsuchiya 1972)를 참고하여, 전저항계수 ${}_{k}R_T$ 를 회귀해석을 통하여 도출된 회귀계수들과 저속 및 고속영역에서의 각각 4가지 선형요소들을 이용한 (1)식의 다항식으로부터 구할 수 있다.

$${}_{k}R_T \times 100 = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_5X_5 + \dots + a_{14}X_{14} \quad (1)$$

여기서 X_1, X_2, X_3, X_4 는 선형요소들에 의한 파라메타들을 정규화한 것으로 식(2-1), 식(2-2)과 같으며, $X_5 \sim X_{14}$ 는 X_1, X_2, X_3, X_4 의 조합으로 이루어져 있다.

1) 저속영역용 ($F_{n\Delta} = 0.6 \sim 1.2$)

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{L_{wl}/\Delta^{1/3} - \overline{L_{wl}/\Delta^{1/3}}}{\sigma_1} \\ X_2 &= \frac{B_C/T - \overline{B_C/T}}{\sigma_2} \\ X_3 &= \frac{C_p - \overline{C_p}}{\sigma_3} \\ X_4 &= \frac{L_{CB} - \overline{L_{CB}}}{\sigma_4} \end{aligned} \quad (2-1)$$

2) 고속영역용 ($F_{n\Delta} = 1.3 \sim 2.1$)

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{L_{wl}/\Delta^{1/3} - \overline{L_{wl}/\Delta^{1/3}}}{\sigma_1} \\ X_2 &= \frac{B_C/\Delta^{1/3} - \overline{B_C/\Delta^{1/3}}}{\sigma_2} \\ X_3 &= \frac{L_{CB} - \overline{L_{CB}}}{\sigma_3} \\ X_4 &= \frac{C_B - \overline{C_B}}{\sigma_4} \end{aligned} \quad (2-2)$$

여기에서 $\overline{L_{wl}/\Delta^{1/3}}, \overline{B_C/T}, \overline{B_C/\Delta^{1/3}}, \overline{C_p}, \overline{C_B}, \overline{L_{CB}}$ 는 각각의 선형요소의 평균치를 나타내고 있고, $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$ 는 각각의 선형요소의 표준편차(해의 위험성을 고려하여 10을 곱하여 사용)를 나타낸다. 국내에서 55척에 대한 각각의 선형요소에 대한 평균치와 표준편차를 Table 2에 나타내고 있다.

Table 2 Average and the standard deviation of the hull form factors

| 선형요소 | 0.6~1.2 | | 1.3~2.1 | |
|-----------------------|---------|--------|---------|--------|
| | 평균값 | 표준편차 | 평균값 | 표준편차 |
| $L_{wl}/\Delta^{1/3}$ | 4.987 | 0.4805 | 4.987 | 0.4805 |
| $B_C/\Delta^{1/3}$ | | | 1.132 | 0.0615 |
| B_C/T | 3.578 | 0.377 | | |
| L_{CB} | -3.824 | 2.164 | -3.824 | 2.164 |
| C_p | 0.645 | 0.0396 | | |
| C_B | | | 0.537 | 0.0515 |

2.2 저항추정법

저항계수들은 임의의 어선에 대한 유효마력추정을 간편하게 하기 위하여, 회귀해석을 통하여 얻어진 전저항계수 ${}_{k}R_T$ 로 다음과 같이 환산하였다.

$${}_{k}R_T = {}_M R_T - \frac{S}{\Delta^{2/3}} \{({}_M C_{F0} - {}_K C_{F0}) - C_A\} \quad (3)$$

따라서, 구하고자 하는 어선의 전 저항계수는 (4)식과 같이 된다.

$${}_S R_T = {}_K R_T - \frac{S}{\Delta^{2/3}} ({}_K C_{F0} - {}_S C_{F0}) \quad (4)$$

여기서 C_{F0} 는 Schoenherr의 마찰저항계수이고 C_A 는 0.0004이다. 그러므로, 유효마력은 (5)식과 같이 주어진다.

$$(EHP)_S = 21.399 \times {}_S R_T \Delta^{7/6} F_{n\Delta}^3 \quad (5)$$

3. 회귀해석

어선의 모형선들에 대한 저항시험 결과와 저항 추정 값들을 통계회귀해석법을 이용하여 선형요소 및 Froude수의 함수로 정리하고 요구하는 계수들을 구하였다. 유효마력을 구하기 위해서는 앞에서 언급한 ${}_{k}R_T$ 를 계산하면 될 것이며, 이는 국내 연안어선의 선형요소를 이용한 4가지 파라메타를 정규화한 것과 회귀해석을 통하여 도출한 회귀계

수로 이루어진 다항식에 의하여 구해질 수 있다. 회귀계수들은 $F_{n\sqrt{\nabla}}=0.6\sim 2.1$ 내의 총 16개 속도에 대하여 계산되어 있으므로, 그 사이의 속도에 대한 것은 이들의 Lagrange Interpolation에 의해 구해진다. 본 연구에서는 변수를 선택하여 회귀해석을 하는 절차 방법 중에서 단계별 회귀분석법을 이용하였다. 이에 대한 자세한 내용은 이근무(1994)에 실려 있다.

3.1 국내 연안어선 자료의 범위

본 연구에 사용된 자료는 모형시험 자료가 있는 연안어선 18척과 저항 추정프로그램과 보정식을 통해 저항추정치를 얻은 모형시험이 없는 연안어선 37척을 합하여 모두 55척이다. 모형시험 자료의 출처는 현대 선박해양연구소에서 수행한 만재상태 5척, 반재상태 5척(한국어선협회 1994), 한국선박검사기술협회 어선지에 실려 있는 3척(손영일 1990), 김도정 등(2004), 이근무(1994), 이영길(1984)이 연구한 4척, 한국기계연구소에서 연구한 1척(한국기계연구소 1983)이다. 통계해석을 위한 국내연안어선의 주요제원 및 선형요소의 범위는 Table 3에 나타내고 있다.

Fig. 1에서는 국내어선 55척에 대해서 G/T와 Lwl에 대해서 상관관계를 보여주고 있다. G/T와 Lwl의 상관관계를 크게 벗어난 어선자료는 없었으

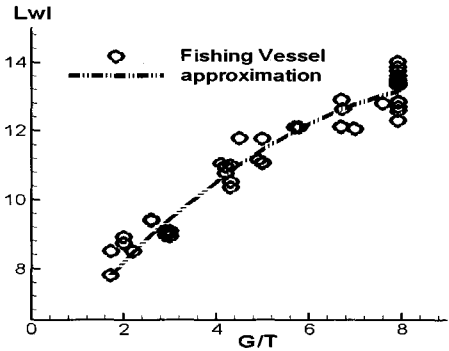


Fig. 1 Correlation of G/T and Lwl

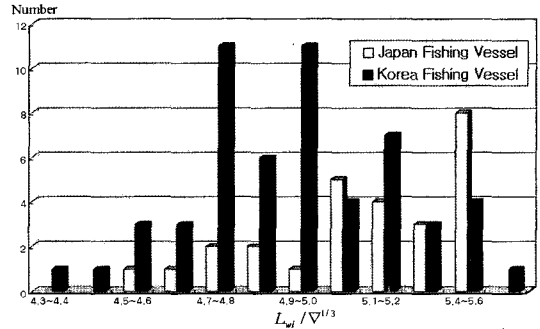


Fig 2. Comparison of $Lwl/\nabla^{1/3}$ range between Korea fishing vessel and Japan fishing vessel

Table 3 Range of domestic fishing vessel

| | 최소 | 평균 | 최대 |
|--------------------|--------------------------|--------|-------|
| G/T | 1.990 | 4.560 | 7.930 |
| LWL | 8.500 | 11.496 | 14.01 |
| Bc | 2.000 | 2.69 | 3.230 |
| $\nabla(m^3)$ | 6.630 | 15.42 | 23.00 |
| $LWL/\nabla^{1/3}$ | 4.066 | 4.987 | 5.678 |
| Bc/T | 3.000 | 3.578 | 4.308 |
| $Bc/\nabla^{1/3}$ | 1.027 | 1.132 | 1.254 |
| C_B | 0.479 | 0.54 | 0.660 |
| C_P | 0.560 | 0.645 | 0.715 |
| 대상 | 연안유자망, 연안연승, 연안채낚기, 연안통발 | | |

므로 어선 55척을 모두 이용하여 단계별 회귀해석을 통한 회귀계수를 구하였다. Fig.2에서는 회귀분석에 사용된 국내 연안어선 55척의 $Lwl/\nabla^{1/3}$ 의 분포를 나타내고 있다. 그래프의 X축은 연안어선의 $Lwl/\nabla^{1/3}$ 를 나타내고 있고, Y축은 배의 척수를 나타내고 있다. 일본어선의 27척(Tsuchiya 1972)의 평균 $Lwl/\nabla^{1/3}$ 은 5.125이고, 국내 연안어선의 평균 $Lwl/\nabla^{1/3}$ 은 4.978이다. 이는 일본어선과 국내 연안어선이 선형 면에서 유사성이 있으나, 일본어선이 길이가 더 길거나 폭이 조금 좁은 경향을 보여주고 있다.

3.2 국내 연안어선의 마력추정

Fig. 3에서는 국내 연안어선의 유효마력에 대해 보정식을 결정하고, 회귀해석을 통한 회귀계수를 구하는 전반적인 순서를 보여주고 있다.

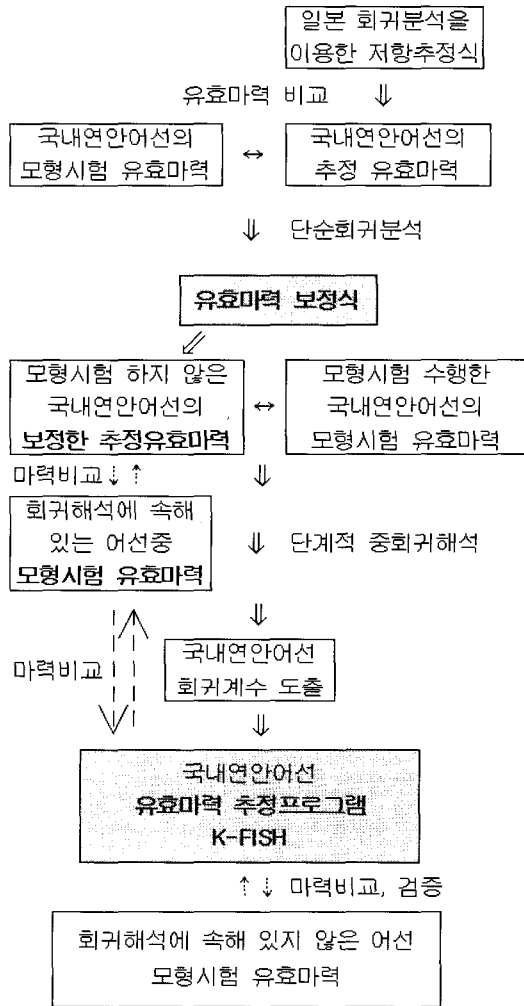


Fig. 3 Flowchart of the statistical analysis

좀 더 구체적으로 설명하면 일본어선의 유효마력 추정프로그램인 FISH202 이용하여 국내어선의 유효마력을 추정한 후, 모형시험으로 얻어진 유효마력과 비교하여, 그 차이를 줄이고자 유효마력 보정식을 도출한다. 유효마력 보정식을 이용하여 모형시험자료가 없는 국내연안어선에 대한 유효마력을 추정하였다. 모형시험 자료가 있는 연안어선과 유효마력 보정식을 통해 저항추정치 얻은 모형시험자료가 없는 연안어선을 모두 이용하여 회귀해석을 통한 회귀계수를 도출한다. 회귀계수를 이용하여 국내연안어선의 유효마력 추정프로그램

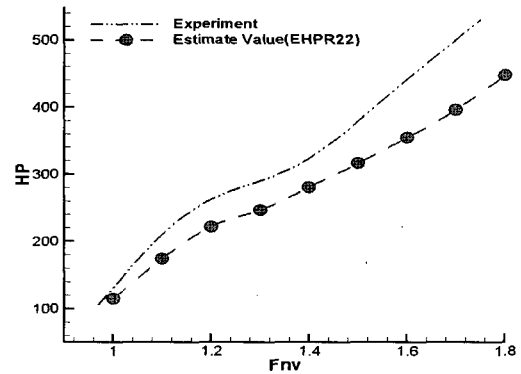


Fig. 4 Comparisons of effective horsepower of experiment and estimate(FISH202)

FISH-K를 개발한 후, 회귀해석에 속했던 연안어선 중의 한척에 대하여 모형선을 제작, 시험을 수행하여 유효마력 추정 정도를 파악하고, 또한 회귀해석에 속하지 않은 임의의 어선 한척에 대하여도 모형시험을 통해 그 추정 정도를 검증하였다.

Fig. 4 에서는 7.93톤 연안어선(한국어선협회 1994)을 대상으로 FISH202에 의한 추정 유효마력과 모형시험으로 얻어진 유효마력과의 차이에 대한 한 예를 보여주고 있다. 저속영역보다 고속영역에서 더 큰 차이를 보이고 있다. 기존의 연구(한국어선협회 1994)에서는 일본어선 선형에 기초한 마력추정프로그램을 그대로 사용하였으며, 국내어선과의 선형차이를 고려하지 않았다.

본 연구에서는 국내 어선 선형에 맞도록 유효마력 보정식을 선형특성($Lw/\nabla^{1/3}$), 선속(F_n), 배수용적(∇)의 차이에 따라 3단계에 걸쳐 도출하였다.

1단계 보정은 임의의 선속에 대하여 단위 배수량당 유효마력의 $Lw/\nabla^{1/3}$ 에 따른 차이에 대한 보정을 하였다. 이는 다른 선형요소에 비하여 $Lw/\nabla^{1/3}$ 이 추정 유효마력과 실제 모형시험으로 얻어진 유효마력의 차이와의 관계파악이 용이했기 때문이다. 그리고 일본어선의 $Lw/\nabla^{1/3}$ 이 국내어선보다 크기 때문에, 국내어선의 추정 유효마력과 실제 모형시험으로 얻어진 유효마력의 차이에 있어서도 국내어선과 일본어선의 $Lw/\nabla^{1/3}$ 에 의한

영향이 크다. Fig. 5는 일본 어선과 국내 어선의 선형 특성상($Lw/\nabla^{1/3}$)의 차이에서 기인하는 유효마력의 추정치와 모형시험치 사의의 오차를 단위 배수량에 대해 나타낸 것이다($F_n=0.44$ 의 경우 모형시험 자료가 있는 연안어선 18척에 대한 것임). X축은 아래와 같은 δH_F 를 나타내고 있으며,

$$\delta H_F = (\text{국내어선의 } Lw/\nabla^{1/3} - \text{일본어선의 평균 } Lw/\nabla^{1/3}) / \text{일본어선의 평균 } Lw/\nabla^{1/3}$$

Y축은 국내어선의 추정 유효마력과 모형시험에서 얻어진 유효마력에 대해 단위 배수량당 차이를 나타내고 있다. 한편, X값이 양이 되는($\delta H_F > 0$) 것은 일본어선의 선형보다도 국내어선의 선형이 훨씬 날씬한 선형임을 의미하며, 또 X값이 음이 되는($\delta H_F < 0$) 때는 일본어선의 선형 보다 국내어선 선형이 뚱뚱 비대함을 뜻한다. 그림에서와 같이 δH_F 와 유효마력의 차이 간에 선형적인 관계가 있다고 판단하여 1단계 보정식을 도출하였다.

Fig. 6에서는 1단계 보정 후의 한 예로, 모형시험 자료가 있는 국내연안어선 18척 중의 한척인 G/T 7.93톤 어선에 대해 1단계 보정 후, 얻어진 보정 유효마력과 모형시험으로 얻어진 유효마력과의 차이를 보여주고 있다. 모형시험으로 얻어진 유효마력과 비교하여 어느 한 점을 기준으로 낮은 속도영역에서는 유효마력이 높게, 높은 속도영역에서는 유효마력이 낮게 나타나고 있다. 이와같

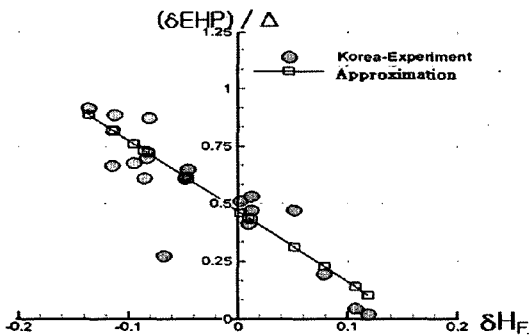


Fig. 5 Difference of effective horse power per unit displacement volume

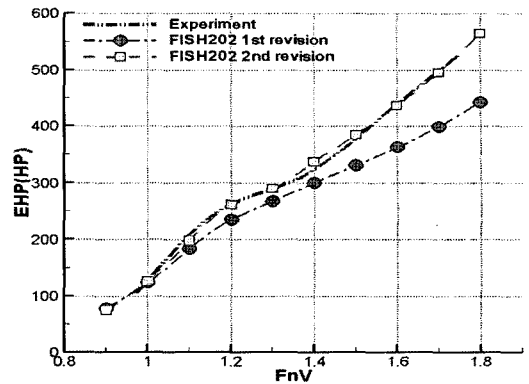


Fig. 6 Comparisons of effective horsepower of 1 and 2 step revision for G/T 7.93 ton fishing vessel

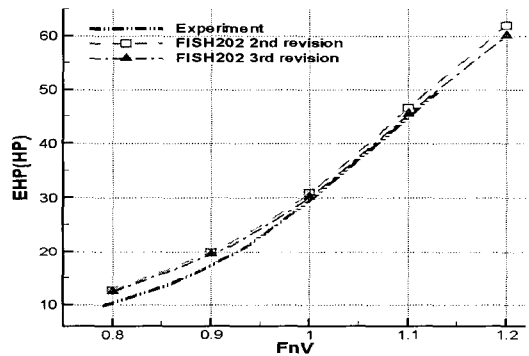


Fig. 7 Comparisons of effective horsepower of 2 and 3 step revision for G/T 5 ton fishing vessel

이 교차하는 점의 위치는 어선마다 서로 같지는 않지만, 모형시험 자료가 있는 나머지 17척에서도 이와 같은 마력차이의 경향을 보이고 있다.

이는 1차 보정이 선속을 $F_n=0.44$ 에 고정하고 단위 배수량당 유효마력의 $Lw/\nabla^{1/3}$ 에 따른 차이를 보정하였기 때문에, 이러한 속도에 따른 마력의 차이를 보정하기 위하여, 배수용적을 G/T 7.93톤 어선의 배수용적을 평균 배수용적으로 고정하고 Froude 수를 고려하면서 2단계 보정식을 도출하였다. 여기서 G/T 7.93톤 어선은 모형시험 자료가 있는 연안어선 18척 중 가장 큰 배수용적을 갖는 어선으로 본 연구에 사용되어진 G/T 7.93톤

국내어선의 평균 배수용적은 22.69m³이다. 속도에 의한 보정결과도 Fig. 6에서 볼 수 있으며, 추정된 값들이 실험값에 더욱 근접하고 있음을 알 수 있다.

Fig. 7에서는 2단계 보정 후의 한 예로, G/T 7.93톤 이하 어선인 G/T 5톤 어선에 대한 2단계 보정을 통하여 얻어진 보정 유효마력과 모형시험으로 얻어진 유효마력과 차이를 보여주고 있다. 본 연구에서 G/T 7.93톤 미만의 어선은 고속영역에서의 모형시험자료가 없는 관계로 Fig. 7에서는 저속영역에서의 유효마력만을 나타내고 있다.

2단계 보정이 G/T 7.93톤 어선의 평균 배수용적을 기준으로 Froude 수에 대한 보정이 이루어진 관계로, G/T 7.93톤 어선 보다 배수용적이 적은 어선의 경우는 보정을 통한 유효마력이 모형시험으로 얻어진 유효마력과 비교하여 전반적으로 높게 나온다. 따라서 이에 대하여 어선의 배수용적에 따른 크기를 고려하여 3단계 보정식을 도출하였다.

3단계까지의 보정을 통하여 도출한 최종 보정식은 다음과 같다.

보정 EHP

$$= \text{추정 EHP} + \left\{ \alpha_1 + \beta_1 \left(\frac{L_{wl}}{\nabla^{1/3}} - 5.125 \right) \right\} \times \Delta$$

$$\times \left\{ \alpha_2 + \beta_2 \left(\frac{Fn}{0.44} \right)^3 \right\} \times \left\{ \alpha_3 + \beta_3 \left(\frac{\nabla}{22.69} \right) \right\} \quad (6)$$

$\alpha_1 = 0.469, \beta_1 = -3.071$
 $\alpha_2 = -0.631, \beta_2 = 1.607$ (저속영역)
 $\alpha_2 = -1.202, \beta_2 = 1.365$ (고속영역)
 $\alpha_3 = 0.141, \beta_3 = 0.848$

Table 4에서는 국내 연안어선의 건조실적(강대선 등 2000) 중 가장 많은 부분을 차지하는 G/T 2 ~ 5톤 사이의 어선 중에서 본 연구의 국내 연안어선 자료에 속해 있는 G/T 4.99톤 국내어선에 대하여, 국내 연안어선의 유효마력추정 프로그램인 FISH-K를 이용하여 유효마력을 추정된 결과의 예를 보여주고 있다.

Table 4 Output of the effective power prediction

```

+-----+
| ESTIMATION OF EHP FOR SMALL FISH FISHING VESSELS |
+-----+
| BY THE STATISTICAL REGRESSION ANALYSIS OF RESISTANCE TEST RESULTS |
+-----+

DATE      : 20-Sep-2005
SHIP NAME : G/T 4.99 TON CLASS -- Experiment

METER UNIT IS USED IN THE DESCRIPTION OF PRINCIPAL DIMENSIONS

LWL      = 11.1700      LWL/DB*(1/3) = 5.0225
B. OF CHINE = 2.7400      BC/DB*(1/3) = 1.2320
DRAFT (1) = 0.7500      DB/T      = 3.6533
DRAFT (2) = 11.0000     BL/DB COEFF. = 0.6100
W. S. AREA = 29.4000     PRIS. COEFF. = 0.6500
LCR/LWL*100 = -4.7500 % ( POSITIVE FOR FOREWARD )
    
```

| WS (KNOTS) | FN | DB | CEHS M ² | R25 M ² | RIS M ² | SFS M ² | CR M ² | SIS M ² | PE(MP) (SCHWENBERG) (ITTC) |
|------------|-------|------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 5.50 | 0.270 | 0.2667E+00 | 2.570 | 5.442 | 5.540 | 2.540 | 3.034 | 6.782 | 4.327 4.1 |
| 6.00 | 0.315 | 0.3007E+00 | 2.845 | 6.061 | 6.500 | 2.847 | 5.786 | 8.076 | 6.308 7.1 |
| 7.00 | 0.350 | 0.3535E+00 | 2.817 | 7.080 | 7.076 | 2.826 | 6.235 | 9.112 | 13.460 13.1 |
| 8.20 | 0.400 | 0.3919E+00 | 2.976 | 8.629 | 8.722 | 2.993 | 8.019 | 10.812 | 22.564 22.1 |
| 9.10 | 0.447 | 0.4404E+00 | 2.939 | 11.845 | 11.197 | 2.955 | 11.007 | 13.852 | 39.976 39.1 |
| 10.00 | 0.492 | 0.4849E+00 | 2.907 | 13.402 | 13.572 | 2.921 | 14.195 | 16.916 | 60.475 60.1 |
| 10.00 | 0.531 | 0.5227E+00 | 2.891 | 19.724 | 19.929 | 2.894 | 19.543 | 17.337 | 81.694 81.1 |

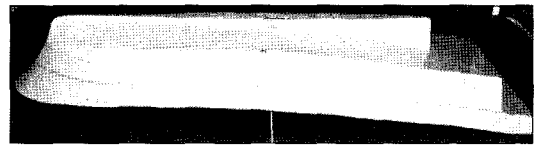


Fig. 8 Photograph of the G/T 4.99ton fishing vessel model

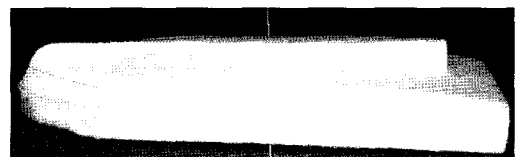


Fig. 9 Photograph of the G/T 1.99ton fishing vessel model

3.3 국내 연안어선의 모형실험

유효마력 보정식 및 국내 연안어선의 저항추정 프로그램인 FISH-K의 결과를 검증하고자 2척의 국내연안어선에 대한 모형선을 제작하여 인하대학교 선형시험수조에서 모형시험을 수행하였다.

Fig. 8에서는 회귀해석 자료 선형에 포함된 G/T 4.99톤 국내어선에 대한 모형의 모습을 보여주고 있으며, Fig. 9에서는 회귀해석 자료 선형에 포함되지 않은 G/T 1.99톤 국내어선에 대한 모형의 모습을 보여주고 있다. 본 연구에서 모형선 선정의 기준으로는, G/T 4.99톤 어선의 경우 국내 연안어선의 건조실적 중 가장 많은 부분을 차지하

Table 5 Principal parameters of fishing vessel models

| G/T(실선) | 4.99 ton | 1.99 ton |
|--------------|---------------------|--------------------|
| Model Number | IT05-05-Fish01 | IT05-14-Fish02 |
| LBP | 0.9m | 0.77m |
| B | 0.24m | 0.19m |
| Bc | 0.23m | 0.18m |
| T | 0.062m | 0.043m |
| Design Speed | 2.228 m/s (15Knots) | 1.194 m/s (8Knots) |
| Scale | 1/12 | 1/11.5 |

는 어선 중의 하나이기 때문이며, G/T 1.99톤 어선의 경우는 본 연구에 사용되어진 어선 자료를 보면 G/T 1.99 ~ 7.93톤으로 G/T 7.93톤 어선에 대한 자료가 가장 많았던 반면, G/T 1.99톤 어선 자료는 가장 적었기 때문이다. 더구나 후자의 경우는, 유효마력추정 프로그램인 FISH-K를 좀 더 확실히 검증하고자 본 연구 자료의 G/T 최소값인 G/T 1.99톤 어선을 회귀해석에 자료 선형으로 포함되지 않은 임의의 어선의 모형으로 선정한 것이다. Table 5 에서는 각각의 어선에 대한 주요요목을 보여주고 있다.

Fig. 10, 11에서는 국내 연안어선(G/T 4.99 ton, G/T 1.99ton)에 대한 일본어선의 유효마력추정 프로그램인 FISH202를 이용하여 산출된 추정 EHP, 보정식을 통하여 산출된 보정EHP, 국내어선의 유효마력추정 프로그램인 FISH-K을 이용하여 산출된 추정EHP, 그리고 모형시험을 통하여 얻어진 EHP의 결과를 그래프로 나타내었다. G/T 4.99 ton 어선의 경우, 고속구간에서는 FISH202가 FISH-K에 비하여 실험값과 큰 차이를 보임을 알 수 있다. 예를 들어 $F_{nv}=1.6(15Knots)$ 에서 모형 시험 자료와 비교하여 FISH202는 16%의 오차를 보이는 반면 FISH-K는 4% 정도의 오차를 보이고 있다.

Fig. 11에서 모형시험을 통하여 얻어진 유효마력과 추정 유효마력을 비교하여 보면, FISH202와 FISH-K 모두 $F_{nv}=1.0(8Knots)$ 에서 10%이내의 오차를 보이고 있다. $F_{nv}=1.0$ 를 기점으로 속도가 높아질수록 FISH-K에 비하여 FISH202의 오차가

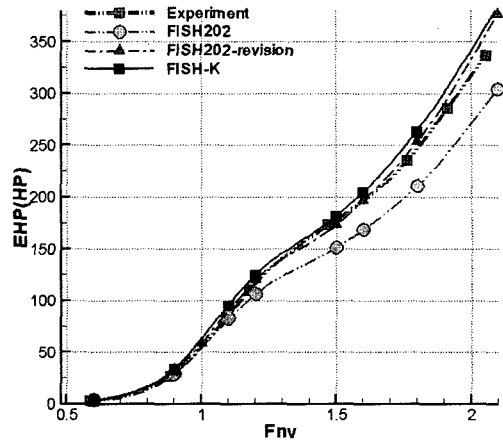


Fig. 10 Curve of effective horsepower for G/T 4.99 ton fishing vessel

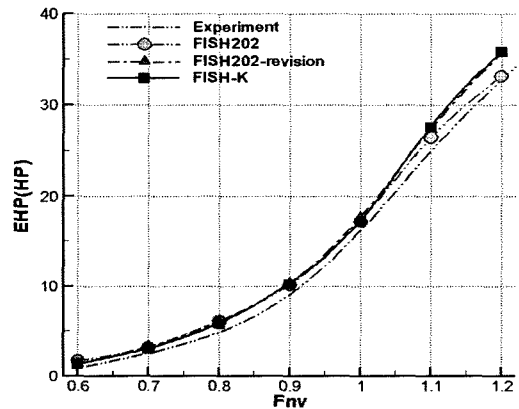


Fig. 11 Curve of effective horsepower for G/T 1.99 ton fishing vessel

더 적게 나타나지만, 고속영역에서 FISH202의 추정 EHP의 증가량이 줄어드는 것을 볼 수 있으며, FISH-K의 추정EHP는 실험을 통하여 얻어진 유효마력과 비슷한 증가추세를 보이고 있다.

FISH202에 비하여 FISH-K가 국내연안어선의 전 속도구간에 걸쳐 정도 높은 유효마력을 추정함을 확인하였다.

4. 결론

- (1) 국내어선과 일본어선의 선형차이를 고려하

여 국내 연안어선의 회귀계수를 도출하고 이에 관련하여 국내어선의 특성에 맞는 유효마력 추정프로그램을 개발하였다.

- (2) 모형시험 자료가 있는 국내연안어선의 유효마력과 비교를 통하여 FISH202의 결과가 대부분의 속도구간에 걸쳐 약 30%이내(평균 14%)의 오차가 나타났다. 본 연구를 통해 개발된 FISH-K의 경우에는 전체 속도구간에 걸쳐 10%(평균 3.4%)이내의 오차를 보이고 있어 정도가 크게 개선되었음을 확인하였다.
- (3) 국내 연안어선의 선형에 맞는 유효마력 추정 프로그램인 FISH-K를 활용하여 정도 높은 저항성능 추정과 더불어 저항성능 면에서 우수한 어선의 선형개발에 효과적으로 이용되어질 수 있을 것이라 생각된다.
- (4) 앞으로 국내 연안어선들에 대한 좀 더 체계적인 계통적 모형시험과 모형 및 실선 계측 자료들이 축적된다면 더욱 정도 높은 마력의 예측이 가능할 것으로 사료된다.

후 기

이 논문은 인하대학교의 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- 강대선, 정덕수, 이경훈, 2000, "한국연안어선의 수요예측과 어로자동화 방향," 선박안전, 제5호, pp. 55-71.
- 김도정, 박제웅, 김주남, 정우철, 2004, "소형 연안어선의 저항성능에 관한 실험적 연구," 한국어업기술학회지, 제 40권, 제 4호, pp. 304-310.
- 김수영, 김현철, 이길홍, 김주남, 손영대, 1995, "퍼지모델링을 이용한 고속연안어선의 선형요소 결정," 대한조선학회 논문집, 제 32권, 제 4호, pp. 1-8.
- 김현철, 정성재, 기수영, 1994, "고속연안어선의 선형요소 결정," 대한조선학회 춘계학술대회 논문집, pp. 17-22.

- 유상현, 이승희, 이영길, 2000, "전개가능 곡면을 가지는 어선의 저항성능 추정," 대한조선학회 추계학술대회 논문집, pp. 70-73.
- 이근무, 1994, "Chine Line이 있는 소형어선의 유효마력 추정법 및 최소저항을 갖는 선형 요소들의 최적화에 관한 연구," 한국어업기술학회지, 제3 0권, 제 4호, pp. 341-349.
- 손영일, 1990, "표준어선형 설계해설(II)," 어선, 제 43호, pp. 18-26.
- 이귀주, 1993, "어선의 선형 설계(1)," 어선, 제53호, pp. 21-30.
- 이영길, 1984, "소형어선의 유효마력추정 및 선형설계법," 대한조선학회지, 제 21권, 제 3호, pp. 1-10.
- 진송한, 심상목, 박충환, 2003, "69톤급 근해안강망어선의 저항성능에 관한 실험적 비교 연구," 대한조선학회 추계학술대회 논문집, pp. 149-154.
- 한국기계연구소, 1983, 소형 어선근대화에 관한 연구.
- 한국어선협회, 1994, 표준어선형 연구개발(1)
- 홍성완, 1988, FRP표준어선개발에 관한 연구(G/T19톤급) 과학기술처 연구보고서.
- Tsuchiya, T., 1972, "New Statistical Regression Analysis for Fishing Boat Hull Resistance," Jour. of Soc. Nav. Architects of Japan, Vol. 132, pp. 63-80.



< 이 영 길 >



< 유 진 원 >



< 김 규 석 >



< 강 대 선 >