

## 소형어선의 선형설계에 관한 연구

김인섭<sup>1</sup> · 고대규<sup>2</sup> · 박동우<sup>†</sup>

(Received May 11, 2017 ; Revised May 22, 2017 ; Accepted May 22, 2017)

### A study on hull form design for small fishing vessels

In-Seob Kim<sup>1</sup> · Dae-Gyu Go<sup>2</sup> · Dong-Woo Park<sup>†</sup>

**요약:** 본 논문의 주 목적은 수치해석 도구를 활용하여 저항성능 관점에서 우수한 선형을 개발하는 것이다. 최종 개발된 선형의 성능 평가를 위해 수조 모형시험을 수행하였다. 현존선은 도면을 바탕으로 실물과 도면의 타당성 검토를 위해 실태조사를 수행하였다. 실태조사 시에 실제 운항 상태인 주 운항 배수량 및 주 운항 선속을 확인하였다. 수치해석을 바탕으로 현존선의 저항성능을 검토하였다. 개발선은 선수어개의 과형개선, 배수량 분포의 균형화, 단면형상의 수정 그리고 중앙 스के그의 크기와 형상 변경에 관한 스테디를 통해 도출되었다. 수치해석 결과 개발선은 조파저항 개선에 의해 저항성능 관점에서 주 운항 선속인 11노트에서 약 15% 개선된 양을 보여주었다(Table 4 참조). 개발된 선형의 성능 평가를 위해서 수조 모형시험을 수행하였으며 그 결과 11노트에서 약 17% 개선된 양을 보여주었다(Table 5 참조).

**주제어:** 어선, 선형개발, 수치해석, 저항성능, 모형시험, 유효마력

**Abstract:** The primary objective of the current study is to develop outstanding hull form on resistance performance by using numerical analysis code. Model tests were conducted to assess the resistance performance of the developed hull form. The investigation of an existing vessel was performed for validating the actual ship design based on the drawing. The operating displacement and speed were mainly confirmed through investigation of the existing vessel. The resistance performance of the existing vessel was analyzed using numerical code. The developed vessel was derived through studies on wave improvement of the bow shoulder, the balance of displacement distribution, the modification of the frame shape, and the size and shape change of the center skeg. Based on the results of a computational fluid dynamics analysis, the resistance performance of the developed vessel showed an improvement of 15% over the existing vessel at a speed of 11 knots. Resistance tests were conducted to evaluate the performance of the existing vessel and the developed vessel in the towing tank. Finally, the effective horsepower of the developed vessel showed an improvement of 17% over the existing vessel.

**Keywords:** Fishing boat, Hull form development, Numerical analysis, Resistance performance, Towing tank model test, Effective power

## 1. 서론

연안 소형어선으로 주로 채택되는 선형으로 배수량 형과 활주 형이 있으며, 각 선형마다 성능 관점에서 다른 특성을 가지고 있다. 배수량 형 선형은 저항과 추진성능은 우수하나, 복원성능과 조업성능 측면에서 불리하다. 활주 형 선형의 경우 저속에서는 저항이 크다는 단점이 있으나, 건조비가 등근선형에 비해 약 30% 저렴하고 고속에서의 추진성능이 우수하다는 평가를 받고 있다. 기존 어선의 선형을 살펴보면 복원성능은 유지하면서 저항성능 관점에서 개선할 여지가 많은 것으로 판단된다. Lee *et al.* [1]은 소형레저 어선을 대상으로 모형시험과 수치해석

을 통해 7톤급 삼동선형에 대하여 검토하였다. Yu *et al.* [2]은 9.77톤 규모의 낚시 어선을 대상으로 12.86m/s(25노트)에서 저항성능을 개선하는 선형 개발에 대한 연구를 수행한 바 있다. Jeong *et al.* [3]은 5톤 급 쌍동형 연안어선을 대상으로 저항성능을 개선하는 선형 개발에 대한 연구를 수행한 바 있다.

본 연구에서의 개발선형은 현존선과 동일한 형태인 활주형 선형인 하드차인 방식을 적용하였다. 또한, 고속 활주형 단면인 오목단면(Concave section)보다는 현존선과 같이 직선단면(Straight section)을 적용하여 건조단가 및 복원성을 고려하였다. 현존선과 같이 차인(Chine) 폭을 중앙에서

<sup>†</sup> Corresponding Author (ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8860-8744>): School of Naval Architecture and Offshore Engineering, Tongmyong University, E-mail: [dwpark@tu.ac.kr](mailto:dwpark@tu.ac.kr), Tel: 051-629-1654

1 Ship Convergence Technology Office, Korea Ship Safety Technology Authority, E-mail: [cookie@kst.or.kr](mailto:cookie@kst.or.kr), Tel: 044-330-2250

2 Ship Convergence Technology Office, Korea Ship Safety Technology Authority, E-mail: [ko45@kst.or.kr](mailto:ko45@kst.or.kr), Tel: 044-330-2252

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

선미부분까지 일정하게 유지하여, 최대한 복원력을 확보하도록 하였다. 본 논문의 주 목적은 수치해석 도구를 활용하여 저항성능 관점에서 우수한 선형을 개발하는 것이다. 현존선은 입수된 도면을 바탕으로 실물과 도면의 타당성 검토를 위해 대상선박을 상가하여 실태조사를 수행하였다. 실태조사 시에 선주와의 면담을 통해 실제 주 운항 배수량 및 주 운항 선속을 확인하였다. 본 어선의 주 운항 배수량은 Operating Load라고 명하였으며, 주 운항 선속은 11노트이다. Operating Load와 11노트에서 연간 약 80%를 운항하는 것으로 확인되었다. 선형개발 단계에서 실제 운항 상태인 주 운항 배수량 및 운항 선속에서 최소화할 수 있도록 하였다. 수치해석을 바탕으로 현존선의 저항성능을 검토하였다. 문제점을 파악 한 후에 개발선을 도출하였다. 개발선은 선수부와 선미부로 나누어 수행하였다. 개발선의 선수부는 현존선의 유동해석 결과를 바탕으로 차인 경계선을 현존선보다 높이 및 폭을 줄여 선수어깨에서의 파형 개선 유도하여 선수 저항을 최소화 되도록 하였다. 개발선은 상기사항들을 고려하여 1차 선형을 개발하고 유동해석 결과를 바탕으로 2차 개발선형을 최종 선형으로 확정하였다. 최종선형은 1차 선형에서의 선수 프로파일(Profile)의 각도를 90도 경사로 하였고 수선의 길이를 연장하여 저항성능 향상 및 차인 선의 감소로 인한 선수배수량을 추가되도록 하여 선수트림이나 조업의 작업성을 최대한 고려하였다. 개발된 최종선형의 정량적 성능 평가를 위해 수조 모형시험을 수행하였다.

## 2. 해석 및 평가 방법

### 2.1 수치해석

비 점성 유동해석과 점성 유동해석 코드를 사용하였다.

비 점성 유동해석은 비선형 자유수면 경계조건을 고려한 선체 주위 포텐셜 유동 해석 코드로 자체 개발하였다. 본 코드와 관련된 세부사항은 지면상 Choi *et al.* [4]을 참조하기 바란다. 기본적인 내용은 다음과 같다. 가정으로는 유장내의 유체가 이상유체이며 유동은 지배방정식인 라플라스 방정식(Laplace equation)을 만족한다. 자유표면에서는 비선형 자유수면 경계조건을 만족하고, 선체표면에서는 유체입자가 비 침투조건을 적용하였다. 그리고 선수부에서 상류방향으로 어느 정도 떨어진 자유수면 영역에서는 선체의 존재에 의하여 발생된 파가 없어야 한다는 조건인 방사조건을 적용하였다.

점성 유동 해석은 상용 CFD 코드인 STAR-CCM+를 사용하였으며, 자유수면과 동적트림(자세변화)을 모두 고려하였다. 이는 실제 수조 모형시험의 환경과 동일한 조건이며 모형시험 결과와 비교할 수 있다는 점에서 의미가 있다. 본 내용에 사용된 수치기법 등 상세한 내용은 Park *et al.* [5], Park [6], Kim *et al.* [7]을 참조하기 바란다.

### 2.2 모형시험

모형시험은 부산대학교 예인수조에서 수행되었다. 예인수조의 제원은 길이 100m, 폭 8m, 깊이 3.5m 이며 최대 전차속도는 5.0m/s이다. 모형선은  $L_{pp}$ 가 약 2m인 선박을 사용하였다. 시험 해석법은 전통적인 방법(2-Dimensional method)인 방법인 ITTC-1978 2차원 해석법을 사용하였다 Park *et al.* [5]. 모형시험 시에 싱키지(Sinkage)와 트림(Trim)은 자유로운 상태로 두었다.

## 3. 현존선과 개발선

### 3.1 현존선의 실태조사 및 도면 작성

도면을 바탕으로 선형 및 러더 등 실물과 도면의 타당성 검토가 필요하여 부산 일광 조선소에서 현존선을 체크하였다. Figure 1은 실제도면과의 비교를 목적으로 측정한 모습이다. 현존선의 도면과 실태조사를 바탕으로 작성된 선형 모습은 Figure 2에 나타내었다.



Figure 1: Investigation for existing vessel

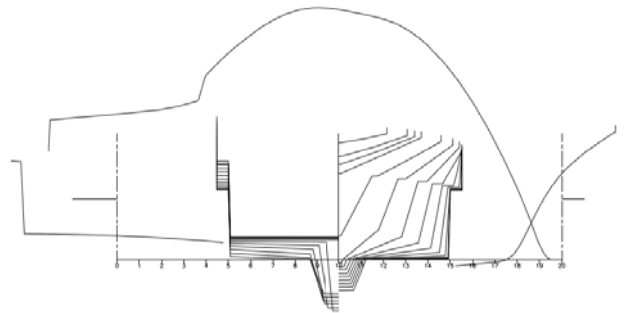


Figure 2: Body plan of the existing vessel

주 운항 배수량과 선속은 실태조사 시 선주와의 면담을 통해서 결정되었다. 본 어선의 주 운항 배수량은 Operating Load라고 명하였으며, 주 운항 선속은 11노트이다. Operating Load와 11노트에서 연간 약 80%를 운항하는 것으로 확인되었다. Operating Load 보다 무거운 Full Load와 11노트에서는 연간 약 20% 운항되는 것으로 확인되었다. 각각의 배수량에서 선수와 선미 흘수는 동일하지 않았으며(EVEN이 아님) 선미트림 상태임을 확인하였다. 개발선은 실제 주 운항 상태인 Operating Load와 11노트에서 작성하였다. 현존선의 2가지 운항 상태에 관한 주요치수는 Table 1에 나타내었다.

**Table 1:** Particulars of the existing vessel

|                | Operating Load | Full Load |
|----------------|----------------|-----------|
| $L_{pp}$ (m)   | 9.46           | 9.46      |
| $T_F$ (m)      | 0.35           | 0.45      |
| $T_A$ (m)      | 0.53           | 0.63      |
| DISP ( $m^3$ ) | 10.60          | 13.34     |
| $L_{CB}$ (m)   | -1.19          | -1.22     |

3.2 현존선 검토 및 개발선 도출

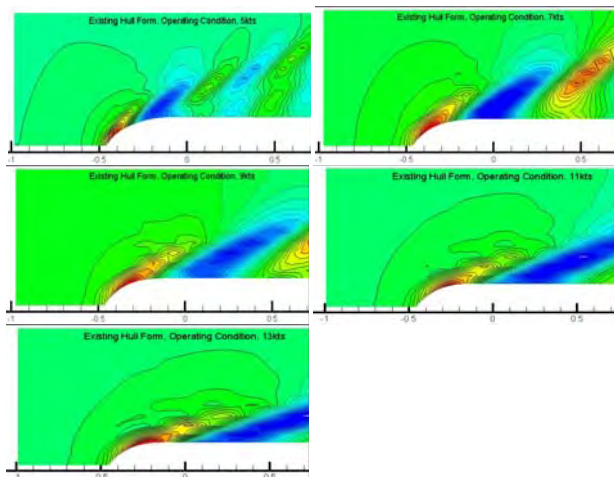
3.2.1 수치해석에 의한 현존선 검토

비 점성 유동해석과 점성 유동해석에 의해 현존선을 검토하였다. 비 점성 유동해석은 기본가정이 유체의 점성을 무시하기 때문에 전 저항 중 형상에 의한 조파저항만 분석이 가능하다. 본 어선의 경우 수조모형시험 결과를 분석하여 보면 전 속도영역에서 조파저항이 전 저항의 약 80% 이상을 차지하고 있다. 따라서 비 점성 유동해석은 저항성능 평가 및 선형 설계에 유용하게 사용가능하다. 속도영역은 5노트에서 13노트까지 1노트 간격으로 수행하였다. 본 절에서는 Operating Load에서 자유표면에서의 파형과 조파저항 계수에 관하여 분석한 결과를 간단히 언급하며, 상세한 내용은 3.2.2절에서 논의하고자 한다.

점성 유동해석은 상용 CFD 코드인 STAR-CCM+를 활용하였으며, 현존선과 개발선에 대한 결과는 3.2.2절에서 논의하고자 한다.

-자유표면에서의 파형

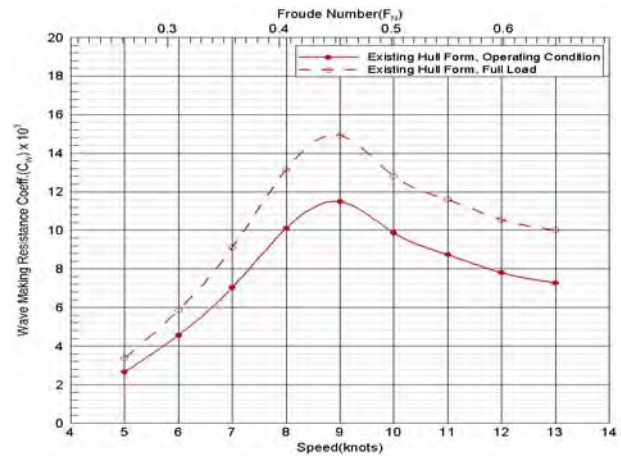
Figure 3은 Operating Load에서 5kts에서 13kts까지 자유표면에서의 파형을 나타내었으며 가로축의 -0.5가 F.P.이며, 0.5가 A.P.이다. 전 속도영역에서 선수 어깨 파형(점선으로 표시된 파란색 부분)의 개선 여지가 있을 것으로 판단된다. 선속이 빨라짐에 따라 선수과고(실선으로 표시된 빨간색 부분)가 커짐을 보여주고 있으며, 이 역시 개선 여지가 있다고 판단된다.



**Figure 3:** Wave contours for the existing vessel

-조파저항 계수 분석

Figure 4는 Operating Load와 Full Load에서의 조파저항 계수를 비교한 것으로 가로축은 노트 선속과 선속을 역학적 상사에 의해 무차원화 한 프루드 수(Froude Number)로 표현하였다. 세로축은 조파저항 계수를 나타내었다. 앞에서 언급한대로 어선의 경우, 조파저항을 제어하는 것이 전 저항, 즉 유효마력을 줄이는 방법이다. 이는 연료절감과 직접적으로 연관이 있다. 9노트 근처에서 조파저항 성능이 가장 나쁜 것을 보여주고 있으며, 만일 본 선박이 이 근처에서 주운항을 한다면 선형설계의 관점이 잘못된 것이며 경제적이지 못한 경우이다. 본 어선의 관심은 앞에서 언급한대로 주운항선속인 11노트 근처이며, 개발선 과정에서는 이 선속에서 조파저항을 줄일 수 있는 선형설계가 되어야 한다.



**Figure 4:** Comparison of wave making resistance coefficient for existing vessel

3.2.2 개발선 도출 및 설명

개발선 도출 과정에서는 선수부와 선미부로 나누어 수행하였다. 설명에 앞서 언급할 부분은 다음과 같다. 현존선은 신조 당시에는 2.99톤 급이었으나, 이후 거주구를 추가하여 약 3.4톤 급이 되었다. 본 논문의 개발선은 거주구가 필요 없기 때문에 제거하고 2.99톤 급으로 총톤수를 조정하였다. 조정단계에서 선폭이 2.87m에서 2.64m로 수정되었다. 선형개선의 정확한 양을 판단하기 위해 선폭이 줄어듬에 따라 흘수를 증가시켜 2가지 조건에서 배수량을 일치시켰다. 기존자료를 바탕으로 개발선의 형상에 의한 개선량이 아닌 길이와 폭 비( $L_{pp}/B$ )와 폭과 흘수 비( $B/T$ )의 주요치수 측면에서 개선되는 속도성능 향상 분은 저속(5~8노트)에서는 약 0.05노트 내, 중·고속(9노트 이상)에서는 0.1노트 내로 판단된다.

선미부는 프로펠러와 선체 간의 간격에 관한 여유(개선)을 위해 중앙 스케그(Skeg)의 크기 및 형상을 변경하였다. 선수부는 선수어깨에서의 파형 개선과 선수에서의 높은 파고를 줄이는 부분에 초점을 맞추었다. 단계I에서는 선수어깨의 파형개선을 위해 배수량 분포의 균형화(Balance)와 단면형상 수정(Knuckle 위치 변경 등)에 관한 Study를 수행하



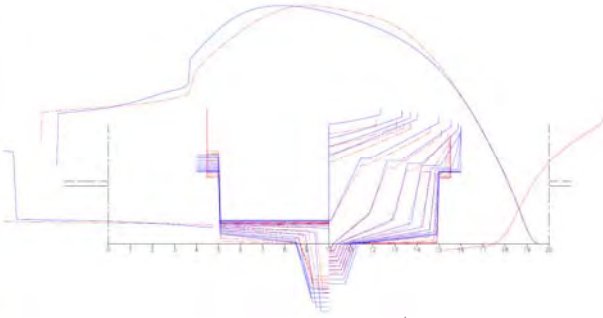


Figure 5: Comparison of existing and 1<sup>st</sup> development vessel

였다. Figure 5는 수정된 선미부과 선수어깨의 파형개선을 위해 개발한 1차 개발선형의 모습을 나타낸 것이다.

현존선은 빨강색으로 나타내었고, 1차 개발선형은 파랑색으로 표현하였다. 단계II에서는 선수에서의 높은 파고 개선을 위해 선수 프로파일(Profile)을 연장하는 개념을 적용하였다. 프로파일(Profile)이 연장됨으로 인한 배수량 분포의 균형화도 재 Study 하였다. 단계II에서 Study한 선형은 2차 개발선형으로 명하였다. Figure 6에서는 현존선은 빨강색으로 나타내었고, 2차 개발선형은 검은색으로 표현하였다.

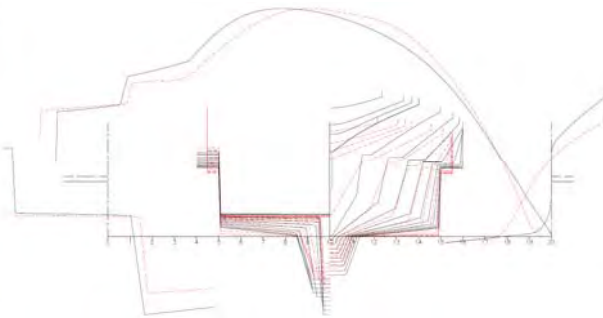


Figure 6: Comparison of existing and 2<sup>nd</sup> development vessel

단계 I과 II에 대하여 개발 순서대로 저항성능을 평가를 하였다. 그러나 본 내용에서는 현존선(Existing Hull Form), 1차 개발선형(1<sup>st</sup> development vessel(Shoulder Study)) 그리고 2차 개발선형(최종선형, 2<sup>nd</sup> development vessel(Final))을 종합해서 평가한 내용을 기술하고자 한다. 현존선과 개발선의 주요치수는 Table 2에 비교하였다.

Table 2: Particulars of existing vessel and development vessel

|                             | Existing  | 1 <sup>st</sup> development | 2 <sup>nd</sup> development |
|-----------------------------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|
| $L_{wl}(m)$                 | 10.70     | 10.32                       | 10.58                       |
| $L_{pp}(m)$                 | 9.46      | 9.46                        | 9.46                        |
| $B(m)$                      | 2.87      | 2.87                        | 2.64                        |
| Full Load $T_F/T_A(m)$      | 0.45/0.63 | 0.45/0.63                   | 0.49/0.67                   |
| Operating Load $T_F/T_A(m)$ | 0.35/0.53 | 0.35/0.53                   | 0.40/0.55                   |
| $C_B$                       | 0.8766    | 0.8870                      | 0.8826                      |

### 3.2.3 비 점성 유동해석에 의한 현존선과 개발선의 성능 분석 -선측파형 분석

현존선은 Existing Hull Form, 1차 개발선형은 Development Hull Form(Shoulder Study) 그리고 2차 개발선형은 최종선형으로 선정되었는데 Development Hull Form(Final)로 표기한다. Figure 7은 5가지 속도에서의 선측파형을 나타낸 것이다. 현존선은 5가지 속도 모두 선수( $x/L_{PP} = 0.5 \sim 0.4$  근처)에서의 높은 파고와 선수어깨( $x/L_{PP} = 0.3 \sim 0.0$  근처)에서의 파의 개선 여지가 있다고 판단된다. 1차 개발선형은 5노트에서는 개선 효과가 나타나지 않는 것으로 보인다. 7노트~13노트는 설계 개념대로 선수어깨에서 파의 개선이 보인다. 2차 개발선형은 5가지 속도 모두에서 선수파와 선수어깨 파의 상당한 개선이 보인다. 이는 선수파를 줄이려고 선수 프로파일(Profile)을 최적화한 부분과 배수량 분포를 재 Study한 부분에서 그 효과가 발생한 것으로 판단된다.

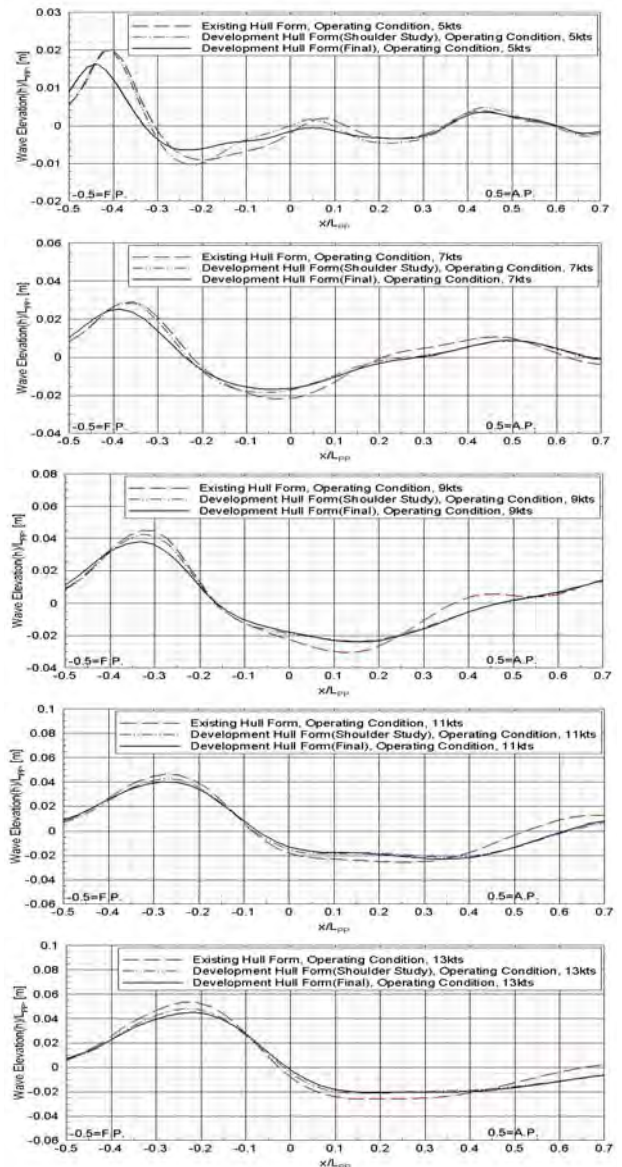


Figure 7: Comparison of wave profile for 3 vessels

-자유표면에서의 파형 분석

Figure 8은 5가지 선속에서 자유표면에서의 파형을 나타낸 것이다. 1차 개발선형은 5노트에서는 개선 효과가 나타나지 않는 것으로 보인다. 7노트~13노트에서는 선수부의 파고는 줄어들고(파고의 색이 옅어짐과 등고선의 개수가 줄어들음), 선수어깨에서는 발산파의 영역과 파의 개수가 감소함(파란색 영역)을 알 수 있다. 2차 개발선형은 5가지 속도 모두에서 파형이 대폭 개선됨을 보여주고 있다.

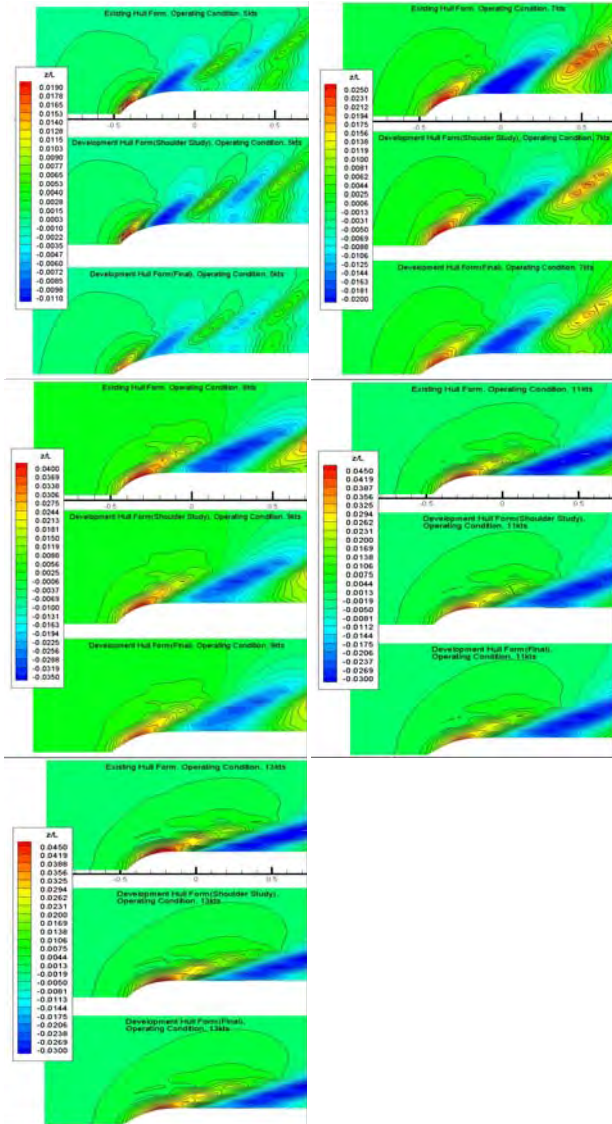


Figure 8: Comparison of wave contours for the existing vessel

-조파저항 계수 분석

Figure 9는 현존선, 1차 개발선형 그리고 2차 개발선형에 대하여 Operating Load와 Full Load에서의 조파저항 계수를 비교한 것이다. 실선은 Operating Load를 나타낸 것이다. 현존선과 비교하였을 때 1차 개발선형은 5노트를 제외하고는 전 속도영역에서 저항이 감소함을 보여 주었다. 2차 개발선형의 경우, 전 속도영역에서 상당한 감소효과를 보여주었다. 점선은 Full Load를 나타낸 것이다. 1차 개발선형은 개

발단계라서 생략하였다. 현존선과 비교하였을 때 2차 개발선형은 전 속도영역에서 저항이 감소함을 보여 주었다.

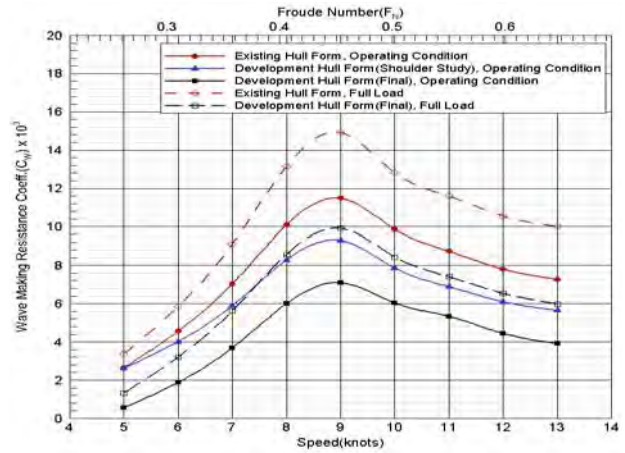


Figure 9: Comparison of wave making resistance coefficient for 3 vessels

3.2.4 점성 유동해석에 의한 현존선과 개발선의 성능 분석

Table 3은 Full Load에 대한 결과이고, Table 4는 Operating Load에서의 결과이다. 이 결과는 모형선 크기에서 해석되었다. 전 저항은 점성저항과 압력저항을 합한 것이다. Full Load와 Operating Load 모두 전속도 영역에서 약 10~16%의 저항 감소를 보여 주었다. 그리고 Full Load보다 Operating Load에서 저항성능이 보다 더 향상되었다.

Table 3: Resistance performance for existing vessel and 2<sup>nd</sup> development vessel at full load

| V <sub>s</sub><br>(knots) | Existing                          |                                    |                                 | 2 <sup>nd</sup> development       |                                    |                                 | Diff.<br>(%) |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------|
|                           | Viscous<br>Resist-<br>ance<br>(N) | Pressure<br>Resist-<br>ance<br>(N) | Total<br>Resist-<br>ance<br>(N) | Viscous<br>Resist-<br>ance<br>(N) | Pressure<br>Resist-<br>ance<br>(N) | Total<br>Resist-<br>ance<br>(N) |              |
| 7                         | 4.13                              | 18.04                              | 22.17                           | 3.96                              | 15.59                              | 19.55                           | 88.16        |
| 9                         | 6.80                              | 37.28                              | 44.08                           | 6.67                              | 32.20                              | 38.87                           | 88.17        |
| 11                        | 10.12                             | 68.51                              | 78.62                           | 9.80                              | 57.58                              | 67.38                           | 85.70        |
| 13                        | 13.75                             | 83.43                              | 97.17                           | 13.06                             | 73.73                              | 86.80                           | 89.32        |

\*\* Diff.(%) = (Total resistance of 2<sup>nd</sup> development×100) / Total resistance of existing

Table 4: Resistance performance for existing vessel and 2<sup>nd</sup> development vessel at operating load

| V <sub>s</sub><br>(knots) | Existing                          |                                    |                                 | 2 <sup>nd</sup> development       |                                    |                                 | Diff.<br>(%) |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------|
|                           | Viscous<br>Resist-<br>ance<br>(N) | Pressure<br>Resist-<br>ance<br>(N) | Total<br>Resist-<br>ance<br>(N) | Viscous<br>Resist-<br>ance<br>(N) | Pressure<br>Resist-<br>ance<br>(N) | Total<br>Resist-<br>ance<br>(N) |              |
| 7                         | 3.94                              | 14.47                              | 18.40                           | 3.76                              | 12.15                              | 15.91                           | 86.45        |
| 9                         | 6.47                              | 30.12                              | 36.59                           | 6.24                              | 25.37                              | 31.61                           | 86.38        |
| 11                        | 9.61                              | 50.11                              | 59.72                           | 9.12                              | 41.15                              | 50.28                           | 84.18        |
| 13                        | 12.67                             | 57.34                              | 70.01                           | 11.47                             | 49.33                              | 60.80                           | 86.84        |

\*\* Diff.(%) = (Total resistance of 2<sup>nd</sup> development×100) / Total resistance of existing



Figure 10과 Figure 11은 Full Load와 Operating Load에서 자유표면에서의 파형을 보여주고 있다. Figure 10의 Full Load 결과를 살펴보면 7과 9노트에서는 선수어깨 파형의 개선이 보이며 11과 13노트에서는 선수파고가 개선됨을 보여주었다. Figure 11의 Operating Load 결과 역시 7과 9노트에서는 선수어깨 파형의 개선이 보이면, 11과 13노트에서는 선수파고가 개선됨을 보여주었다.

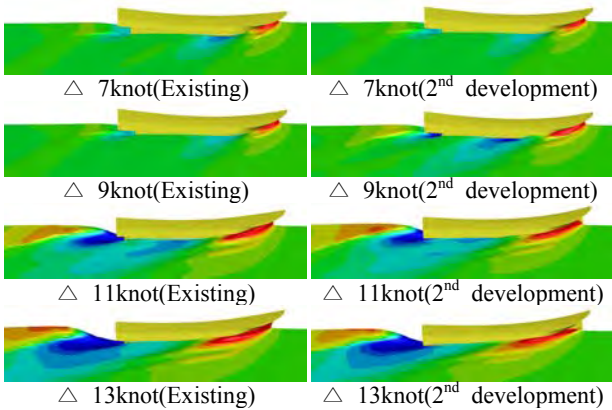


Figure 10: Comparison of wave contours for the existing vessel and 2<sup>nd</sup> development vessel at full load

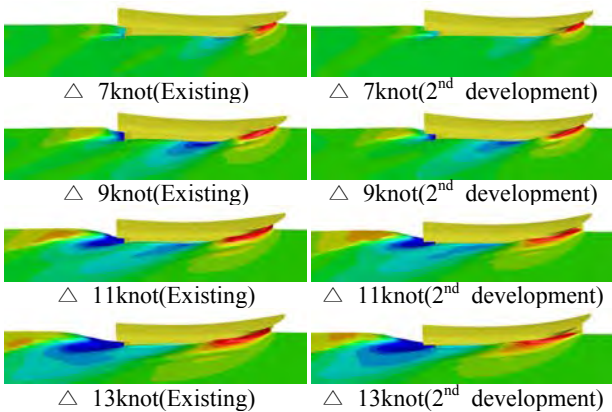


Figure 11: Comparison of wave contours for the existing vessel and 2<sup>nd</sup> development vessel at operating load

### 3.3 모형시험에 의한 성능평가

저항시험은 예인수조에서 수행하였다. Figure 12와 Figure 13은 모형시험에 사용된 모형선박이다.



Figure 12: Model ship for existing vessel



Figure 13: Model ship for 2<sup>nd</sup> development vessel

저항해석은 ITTC-1978의 2차원 해석법을 사용하였다. Figure 14와 Figure 15는 11노트에서 현존선과 개발선의 저항시험 모습을 보여주고 있다. 파형 관점에서 개발선이 현존선보다 개선되어 보이며 이는 수치해석 결과 분석과 타당함을 보여주고 있다.

현존선과 개발선에 대하여 2가지 배수량에서 추정된 유효마력(EHP)은 Table 5와 Figure 16에 나타내었다.



Figure 14: Photo of the existing vessel at 11.0 knot



Figure 15: Photo of the 2<sup>nd</sup> development vessel at 11.0 knot

Table 5: Comparison of effective horse power for 2 vessels

| V <sub>s</sub><br>(knots) | Effective horse power(EHP, PS) |                                     |              |                     |                                     |              |
|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------------------------|--------------|
|                           | Full Load                      |                                     |              | Operating Condition |                                     |              |
|                           | Existing                       | 2 <sup>nd</sup><br>Develop-<br>ment | Diff.<br>(%) | Existing            | 2 <sup>nd</sup><br>Develop-<br>ment | Diff.<br>(%) |
| 5.0                       | 5.0                            | 4.9                                 | 98.00        | 4.5                 | 4.2                                 | 93.33        |
| 6.0                       | 10.4                           | 10.3                                | 99.04        | 9.5                 | 8.8                                 | 92.63        |
| 7.0                       | 22.5                           | 22.4                                | 99.56        | 18.8                | 17.8                                | 94.68        |
| 8.0                       | 39.8                           | 35.6                                | 89.45        | 34.2                | 30.1                                | 88.01        |
| 9.0                       | 65.5                           | 59.9                                | 91.45        | 57.5                | 49.9                                | 86.78        |
| 10.0                      | 102.6                          | 93.8                                | 91.42        | 84.9                | 72.3                                | 85.16        |
| 11.0                      | 138.4                          | 124.2                               | 89.74        | 108.3               | 89.5                                | 82.64        |
| 12.0                      | 165.4                          | 145.2                               | 87.79        | 126.5               | 104.3                               | 82.45        |
| 13.0                      | 189.7                          | 164.8                               | 86.87        | 146.0               | 119.3                               | 81.71        |

\*\* Diff.(%) = (2<sup>nd</sup> Development×100)/Existing

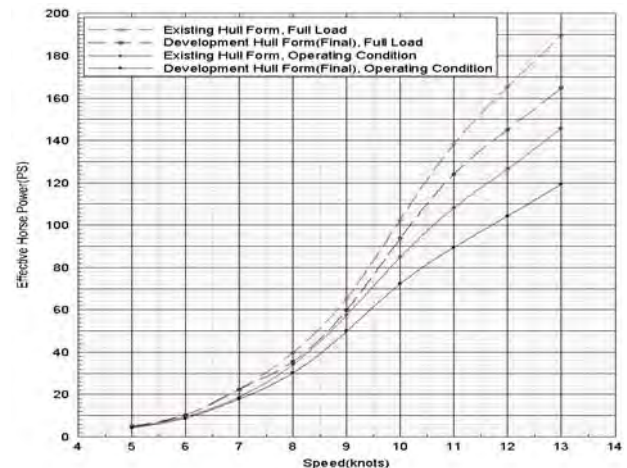


Figure 16: Comparison of effective horse power for 2 vessels

## 4. 결 론

본 연구에서는 현존선을 바탕으로 수치해석과 모형시험을 이용하여 저항성능이 개선된 선형을 개발하였다. 개발 내용은 다음과 같다.

- 1) 현존선의 도면을 바탕으로 실물과의 타당성 검토를 위해 실태조사를 수행하였다. 실태조사 시에 대상선박의 주 운항 배수량 및 운항 선속을 확인하였다. 선형 개발 단계에서 실제 운항 상태에서 최소저항을 가지도록 하였다.
- 2) 개발선은 현존선의 수치해석 결과를 바탕으로 선수부와 선미부를 나누어 수행하였다. 선수부는 선수어깨에서의 파형 개선과 선수에서의 높은 파고를 줄이는 부분에 초점을 맞추었다. 1차 개발선형에서는 선수어깨의 파형개선을 위해 배수량 분포의 균형화(Balance)와 단면형상 수정(Knuckle 위치 변경 등)에 관한 Study를 수행하였다. 2차 개발선형에서는 선수에서의 높은 파고 개선을 위해 선수 프로파일(Profile)을 연장하는 개념을 적용하였다.
- 3) 수치해석 결과 조파저항 개선에 의해 전 저항에서 주 운항 선속인 11노트에서 약 15% 개선된 양을 보여주었다(Table 4 참조). 개발된 선형의 성능 평가를 위해서 수조 모형시험을 수행하였으며 그 결과 11노트에서 약 17% 개선된 양을 보여주었다(Table 5 참조).
- 4) 본 결과는 추후 어선의 선형 개발에 충분한 자료로 활용 가능하다고 판단된다.

## 후 기

본 연구는 선박안전기술공단에서 수산 실용화 기술개발 과제로 수행하고 있는 3톤급 어선용 듀얼 추진시스템 개발 선의 선형·프로펠러 효율 향상을 위한 모형시험 및 기존 어선 시험 과제로 진행 되었습니다.

## References

- [1] S. H. Lee, Y. G. Lee, and D. S. Kang, "A study of multi hull form design for small leisure fishing vessels," *Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering*, vol. 9, no. 2, pp. 98-108, 2006 (in Korean).
- [2] J. W. Yu, Y. G. Lee, A. S. Park, Y. J. Ha, C. K. Park, and Y. C. Choi, "A study on the resistance performance of Korean high-speed small coastal fishing boat," *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, vol. 48, no. 2, pp. 158-164, 2011 (in Korean).
- [3] U. C. Jeong, H. S. Kim, S. Y. Kwon, and J. H. Choi, "Study of Hull Form Development of 5-Ton-Class Catamaran-Type Coastal Fishing Boat for Welfare Accommodation of Fishing Crew," *Journal of Ocean Engineering and Technology* vol. 29, no. 6, pp. 405-410, 2015 (in Korean).
- [4] H. J. Choi, J. Kim, S. H. Van, I. R. Park, and K. S. Kim, "Panel cutting method a Ne approach in hull surface panel generation," *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, vol. 43, no 6, pp. 638-646, 2006 (in Korean).
- [5] D. W. Park, S. B. Lee, S. S. Chung, H. W. Seo, and J. W. Kwon, "Effects of trim on resistance performance of a ship," *Journal of the Society of Naval Architect of Korea*, vol. 50, no. 2, pp. 88-94, 2013 (in Korean).
- [6] D. W. Park, "A study on the speed performance of a medium patrol boat using CFD," *Journal of Navigation and Port Research*, vol. 38, no 6, pp. 585-591, 2014 (in Korean).
- [7] I. S. Kim, D. W. Park, and S. B. Lee, "Prediction of fishing boat performance using computational fluid dynamics," *Journal of the Korean Society of Marine Engineering*, vol. 40, no. 7, pp. 574-579 2016 (in Korean).