Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety
Research Paper
Vol. 24, No. 6, pp. 810-817, October 31, 2018, ISSN 1229-3431(Print) / ISSN 2287-3341(Online) https://doi.org/10.7837/kosomes.2018.24.6.810

다랑어 선망어선 탑재용 보조 작업선의 추진기 타입 변화에 의한 선형 개선 연구

임준택* · 장호윤** · 이경우*** · 서광철***†
* 목포해양대학교 대학원, ** 중소조선연구원 그린선박연구본부, *** 목포해양대학교 조선해양공학과

A Study on the Improvement of Hull-Form Design for Propulsion Type Change of Net Boat Mounted on Tuna Purse Seiner

Jun-Taek Lim* · Ho-Yun Jang** · Kyoung-Woo Lee*** · Kwang-Cheol Seo***†
* Graduate School of Mokpo National Maritime University, Mokpo, 58628, Korea
** Green-Ship Research Division, Research Institute of Medium and Small Shipbuilding, Busan, 46757, Korea
*** Department of Naval Architecture & Ocean Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 58628, Korea

요 약 : 우리나라에서 다랑어 선망어업은 국내 원양산업 중 업종별 생산량 1위의 업종으로, 1980년대 중 후반부터 연구가 지속적으로 수행되어왔으며, 기술의 현대화 연구가 활발히 진행되어왔다. 하지만, 어선에 탑재되는 보조작업선들은 원양어업에서 중요한 역할을 맡고 있음에도 관련 연구가 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 보조작업선들 중 네트보트의 추진기를 프로펠러에서 워터제트 형태로 변경하고, 그에 따른 선형 변환을 통한 선체 부가저항 감소 및 운항성능을 향상하고자 하였다. 이를 위해 전산수치해석을 통해서 선박의 유체성능 변화를 계산하였으며, 또한 기존 선형 및 추진기 변화 선형에 대해 모형선 수조시험을 수행하여 속도별 저항성능 비교를 수행하였다. 수치해석 및 1/7의 축소모형의 수조시험 결과, 기존의 네트보트 대비 45~58 % 저항성능이 크게 향상되었으며, 이는 철망 제거에 의한 단순 침수표면적 및 선형개선에 의한 저항성능 향상을 확인하였다.

핵심용어 : 알루미늄 네트보트, 워터제트 추진기, 수치해석, 모형시험, 선망어선

Abstract : *In Korea, tuna purse seine fishery is the industry with the highest production volume in domestic deep-sea fishery. Research has been continuously carried out since the late 1980s, and research on modernization of technology has been actively conducted. However, while auxiliary works boats on the fishing vessels play an important role in the purse seine fishing, related research is not sufficient. In this study, we tried to rebuild the propulsion system of the Net-boat from the propeller to the waterjet type and to perform the hull form conversion to improve the resistance performance of the hull part and improve the motion performance. For this, we calculated the change of the fluid performance of the ship through computational numerical analysis. In addition, towing tank tests were carried out to verify the performance of the existing ship and the ship which changed the propulsion system. As a result, resistance performance of the waterjet type compared to the propeller type was improved by approximately 45 %. It was confirmed that this was due to reduction of the wetted surface area by removing net and improvements in hull form.*

Key Words : *Aluminium net-boat, Waterjet propulsion, Computational numerical analysis, Model experiment, Purse seiner*

1. 서 론

다랑어 선망어업은 국내 원양산업 중 업종별 생산량 1위의 업종으로 연간 생산량이 약 28만 3천 톤에 달하며, 2015년 기준으로 국내에 등록된 다랑어 선망어선은 28척이다. 다랑어 선망어선이란 원양어선 중에서도 가장 기술적으로 발달된 어선으로 3~4척의 보조 작업선과 함께 조업을 수행하며, 어군 탐지를 위한 헬리콥터, 소나, 레이다 등 최신화된 조업장비를 사용하고 있다(MOF, 2016).

다랑어 선망어업에 대한 연구는 1980년도에 원양어업 회사

* First Author : lognhorn15@gmail.com
† Corresponding Author : kcseo@mmu.ac.kr, 061-240-7303

들이 다랑어 선망어업의 기술 경쟁력을 높이기 위해 진행되었다. 어획량 분포 및 조업특성(An et al, 2003; Moon et al., 2005), 태평양 수역 우리나라 다랑어 선망어업의 어획 특성(Lee et al., 2015), 서부태평양해역에서의 다랑어 선망어업의 어군성상과 연직수온 특성(Kim, 1999), 중서부 태평양 한국 다랑어 선망어선의 조업실태 분석(Park et al., 2016)과 같은 효과적인 조업특성의 파악과 방향에 대한 연구가 수행되어졌으며, 다랑어 선망어선의 성능향상을 위한 선형개선 연구(Hong et al., 2015a), 한국 다랑어 선망어업에서의 어구 구성의 변화(Ryu et al., 2015), 선형개조 선망선의 조종성능(Hong et al., 2015b)과 같은 기술의 현대화와 그에 따른 다랑어 선망어업 선단에 대한 연구도 활발히 수행되어져 왔다. 하지만 다랑어 선망어선에 탑재되어지는 보조 작업선의 경우는 관련 연구가 미흡하여 일본에서 20년 전에 설계된 도면으로 제작되고 있는 실정이다. 특히 다랑어 선망어선의 부속선 중 네트보트(Net-boat)는 원양에서 양망을 돕거나 그물을 끌고 다니기도 하는 등 중요한 역할을 하는 선박이다. 국내에서 생산·운용되는 네트보트의 경우 프로펠러에 의해 다랑어와 프로펠러가 손상되는 것을 방지하기 위해 프로펠러 주위 부분을 철망으로 감싸는 형태로 설치하여 운용되어왔다.

이러한 부가물이 선체의 유체성능에 안 좋은 영향을 미치고 있기에 다랑어의 손상을 방지하며, 철망과 같은 부가물이 필요치 않은 네트보트의 개발이 필요하다.

네트보트와 같은 소형 작업선에 대해 해외 유사실적선을 살펴보면, 프로펠러가 아닌 워터제트 추진 작업선이 많이 사용되고 있다. 워터제트 추진기에 대해서 워터제트를 적용한 소형선 연구(Choi, 2009) 및 워터제트 선외기의 개발 연구(Lee and Lee, 2014)와 같이 연구되어 왔으며, 근래 상용화된 추진기이다. 워터제트 추진의 경우 프로펠러 추진과는 다르게 선체 하부에 돌출되어 회전하는 장치가 없으며, 따라서 다랑어 보호를 위해 선박의 유체성능에 악영향을 주는 철망의 필요가 없어진다.

본 논문에서는 기존 운용된 네트보트를 바탕으로 추진기를 워터제트 타입으로 변경, 그에 따른 선형변환을 수행하였다. 또한 선형의 성능검토를 위해 활발히 사용되는 CFD (Computational Fluid Dynamics) 해석(Kim et al., 2016)을 활용하여 기존선형의 철망과 같은 부가물이 저항성능에 미치는 영향 및 수정선형의 저항성능 변화를 계산하였다. 그리고 수정선형의 정확한 저항성능의 비교검토를 위해 1/7의 모형선 수조시험을 수행하였다.

2. 네트보트 설계

2.1 추진기 변경 네트보트 설계

본 연구에서 설계하고자 하는 네트보트는 다랑어 선망어업에서 양망을 돕거나 그물을 끌고 다니며, 또한 해수를 수면에 뿌려서 다랑어를 유인하는 역할을 한다. 네트보트를 설계하는 데 있어서, 중요한 점은 본선인 다랑어 선망어선에 탑재되는 부속선이기에 설계에 있어 본선의 탑재공간을 고려하여 주요 치수를 선정하였다.

다랑어 선망어선의 네트보트의 경우, 보통 본선의 중앙부에 위치하며, 대빗(davit)을 이용하여 물에 내리거나 끌어올리므로, 2개의 대빗 사이의 간격에 의해 네트보트의 길이가 결정되며, 국내에서 운용중인 네트보트의 경우 보통 6.0~7.0 m의 길이를 가진다. 또한 본선의 건현(freeboard)과의 충돌 및 길이와 폭의 비를 고려하여 폭의 길이가 2.7~3.1 m 사이로 설정되며, 깊이는 추진기의 탑재 공간과 갑판의 작업용도에 맞추어 설정된다.

네트보트는 그물을 끌기 위해 충분한 예인력(towing force)이 확보되어야 하며, 이를 위해 기존에 사용되던 네트보트는 제한적인 길이와 폭에 맞추어 추력과 토크를 최대화 할 수 있는 프로펠러 추진기를 탑재하여 사용되어왔다. 하지만 이러한 프로펠러 추진기를 탑재한 네트보트는 작업 도중 프로펠러 주위에 다랑어가 몰려들거나 유영 시에 부딪힐 수 있기에, 다랑어 및 프로펠러의 손상사고를 방지하기 위해 프로펠러를 감싸는 형태로 철망을 설치하여 운영되었으며, 이는 선박의 유체성능에 악영향을 미친다.

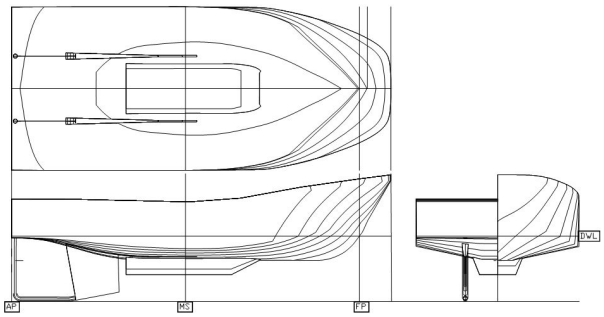
이를 해결하기 위한 추진기 변경 네트보트 설계를 위해 국내 다랑어 선망어선에서 사용중인 프로펠러 타입의 네트보트 및 미국의 Reynolds Marine사, Marvik Marine사의 알루미늄 워터제트 작업선 등 5~7 m급 유사실적선 17여종의 주요요목을 바탕으로 중량추정 및 주요요목을 도출하였다.

기존의 속도와 예인력을 맞추기 위해서 엔진의 마력을 참조하여 워터제트의 치수를 고려한 결과, 엔진과 워터제트의 길이가 기존보다 길어짐으로 인해 단축으로는 중량의 배분을 맞추기가 어려워 쌍축에 적합한 설계를 수행하였다.

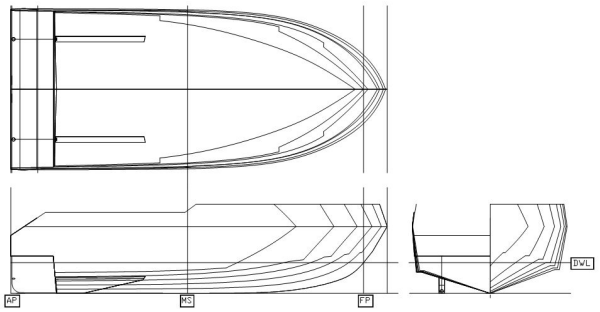
또한 파랑 중 모형시험결과에 따르면 선저 경사각이 커질수록 파랑 중 선수 상하 가속도가 줄어드는 경향을 보이며, 추진효율이 나빠지는 문제가 발생하는 연구결과(Kihara and Ishii, 1986)를 바탕으로 제안된 선저 경사각 15°~25°에서 추진효율을 높이고 쌍축의 워터제트의 설치 환경을 고려하여 선저 경사각을 16°로 설정하여 설계를 수행하였다(Park et al., 2012).

설계 결과, 추진기 타입 변화에 맞추어 선형 변화를 수행하였으며, 기존의 프로펠러타입 선형 대비 침수표면적을 42 %

가량 감소시켜 선형 변화에 의한 단순 표면적 개선효과를 볼 수 있었다. 각 선형을 Fig. 1에 나타내었으며, (a)는 기존의 프로펠러타입, (b)는 워터제트타입의 선형이다. 또한 각 선형의 주요 제원과 변화 비율을 Table 1에 나타내었다.



(a) Propeller type



(b) Waterjet type

Fig. 1. Hull form of net-boats.

Table 1. Main particulars of net-boats

Item	Unit	Propeller	Waterjet	Variation (%)
Length overall	(m)	7.02	7.00	-0.28
Breadth	(m)	3.02	2.78	-7.95
Draft	(m)	0.45	0.55	+22.22
Wetted surface area	(m^2)	32.00	18.48	-42.26
Displacement	(ton)	5.06	4.07	-19.59

3. 수치해석

3.1 좌표계 및 지배방정식

수치해석을 수행하기 위해 상용코드인 STAR-CCM+를 사용하였다. 수치해석을 위한 계산영역 및 격자의 크기는 모두 실선을 기준으로 하였으며, 좌표계는 Fig. 2와 같이 직교좌표계를 사용하였으며, 원점은 선미 하부에 위치해 있다. 유동방향은 음(-)의 x축이고 선박의 우현이 양(+)의 y축이며, 중력방향의 반대방향이 양의 z축이다.

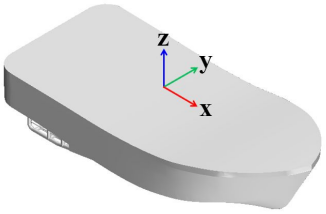


Fig. 2. Coordinate system.

유동장의 크기 및 경계조건은 ITTC(2011)의 권장 기준에 따라 선체의 길이를 기준으로 하여 Fig. 3과 같이 수치해석 도메인을 설정하였으며 경계조건도 함께 표시하였다. 또한 수면아래의 부가물 형상이 저항에 미치는 영향을 분석하기 위해서 자유수면(free surface)을 배재한 이중모형(double body)으로 가정하였다.

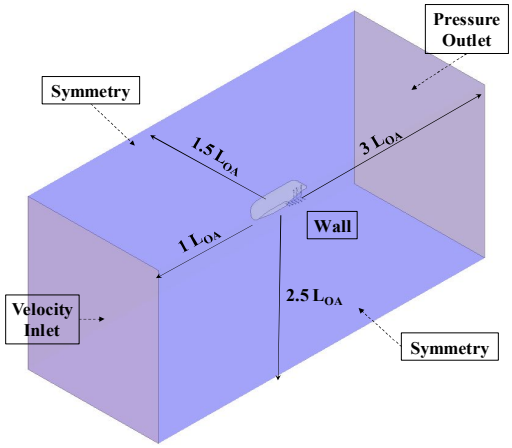


Fig. 3. Boundary conditions of the numerical domain.

본 연구에서는 3차원 정상상태, 비압축성 및 점성 유동으로 가정하여 계산을 수행하였다. 이에 대응하는 유체의 지배방정식은 연속방정식과 RANS(Reynolds-averaged Navier-Stokes) 방정식으로 식(1), (2), (3)과 같이 나타낸다.

$$\frac{\partial V(t)}{\partial t}+\oint_{S(t)} dS \cdot (u-v)=0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}\int_{V(t)} udV=\oint_{S(t)} dS \cdot \overline{T}+\int_{V(t)} KdV \tag{2}$$

$$\overline{T}=-(u-v)u-P\bar{I}+\frac{1}{Re}[\nabla u+(\nabla u^T)]-\overline{u'u'} \tag{3}$$

여기서, $S(t)$와 $V(t)$는 각각 표면적 벡터와 검사체적이고, t는 시간, u는 속도 벡터, dS는 요소 표면적 벡터, dV

는 요소 벡터, v는 검사체적의 운동에 따른 표면적 벡터의 이동 속도 벡터, $\overline{T}$는 응력 텐서, K는 체적력 벡터를 나타낸다. 또한, $\overline{I}$는 항등텐서, Re는 레이놀즈 수, ∇은 구배 연산자, $(\bullet)^T$는 전치 연산자, $-\overline{u'u'}$는 레이놀즈 응력이다. 또한 P는 정수압이 포함되지 않은 무차원 압력이다.

CFD 시뮬레이션 계산을 위해 지배방정식은 유한체적법에 기초하여 이산화된다(Rosenfeld and Kwak, 1991). 여기서 지배방정식인 RANS 방정식의 적분형태는 식(4)과 같다.

$$\frac{d}{dt}\int_V \rho x \Phi dV + \int_A \rho\Phi(\nu - \nu_g)\bullet da = \int_A \Gamma\nabla\Phi\bullet da + \int_V S_\Phi dV \tag{4}$$

여기서, 각 항은 순서대로 비정상항(Unsteady term), 대류항(Convection term), 확산항(Diffusion term) 그리고 생성항(Source term)으로 구성되어있으며, 식(5), (6), (7) 그리고 (8)과 같이 이산화하여 순서대로 나타내었다.

$$\frac{d}{dt}(\rho x \Phi V)_0 = \frac{(\rho x \Phi V)_0^{n+1} - (\rho x \Phi V)_0^{n}}{\triangle t} \tag{5}$$

$$[\Phi\rho(\nu\bullet a - G)]_f = (\dot{m}\Phi)_f = \dot{m}_f \Phi_f \tag{6}$$

$$D_f = \Sigma_f(\Gamma\nabla\Phi\bullet a)_f \tag{7}$$

$$\int_V S_\Phi dV = (S_\Phi V)_0 \tag{8}$$

여기서, Φ_f는 스칼라값, $\dot{m}_f$는 접합면에서의 질량유량, G는 강체 운동, 변형과 같은 격자의 움직임으로부터 계산된 격자 흐름을 나타낸다, 또한 Γ는 확산계수, $\nabla\Phi$은 구배, a는 면적벡터를 나타낸다. 그리고 S_Φ는 생성된 변수 Φ의 증가율, V는 검사체적을 나타낸다.

난류모델은 그동안 선박의 반류 추정을 위해 흔히 사용되었던 가장 보편적인 모델인 Realizable $k-\epsilon$ model(RKE)을 사용하였다(Yang et al., 2010).

3.2 수치격자 및 계산조건

선체표면 및 공간격자 생성은 선체 주위의 유동의 정확한 해석을 위해 Fig. 4와 같이 Trimmed mesh를 사용하였으며, 그림에서 보듯이 유동 특성이 복잡한 영역에 격자를 조밀하게 구성하였으며, 선체 표면의 경계층의 표현을 위해 Fig. 5와 같이 Prism layer를 사용하였다. 수치해석을 위해 약 77만개의 격자를 사용하였으며, 계산의 속도조건은 6~12 kts의 4가지 경우이며, Fn의 범위는 0.388~0.777, Rn은 1.672×10^7~3.344×10^7 범위에서 수치해석을 수행하였다. 수치해석에 사용한 기법들을 Table 2에 정리하였다.

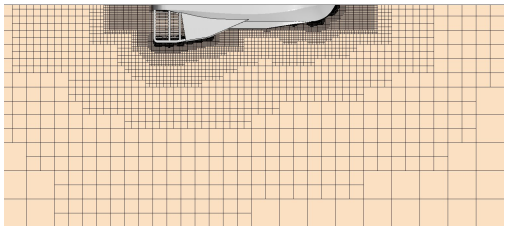


Fig. 4. Trimmed grid for numerical Simulation.

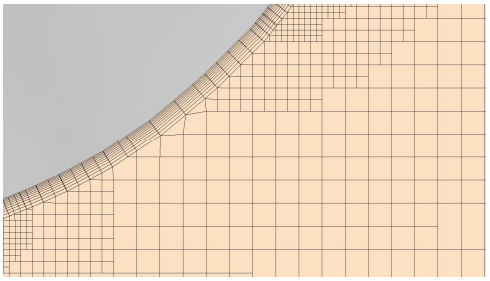


Fig. 5. Prism layer of hull surface.

Table 2. Applied techniques

Technique	Details
Governing equation	RANS (Reynolds Averaged Navier-stokes)
Turbulence model	Realizable $k-\epsilon$
State	Steady state
Mesh type	Unstructured Hexa-mesh (Trimmed mesh)
Motion condition	Fixed

3.3 수치해석을 위한 선형 조건

본 수치해석에서는 주로 프로펠러타입 기존선형 선체 하부의 부가물이 저항에 미치는 영향과 선형변환을 수행한 워터제트타입 선형의 저항성능 개선효과를 검증하는 해석이다.

이를 위한 수치모형의 크기는 실제 선박과 동일한 Full scale로 설정하였다. 또한 부가물의 영향 파악을 위해 프로펠러타입 선형 선체 하부의 부가물을 Fig. 6과 같이 크게 스케그(skeg)와 철망(net)으로 나눴으며, 부가물의 영향을 알기 위해 Table 3에 나오는 바와 같이 총 3가지의 경우와 워터제트타입으로 구분하였다. 각각의 선형은 Fig. 7에 도식하였다.

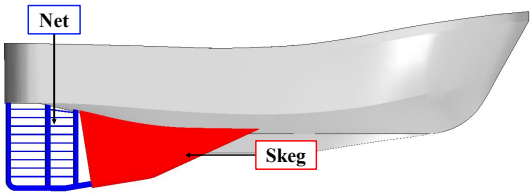
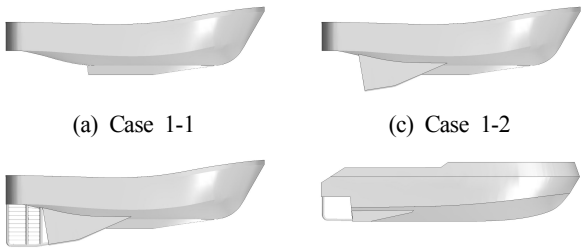


Fig. 6. Appendages of net-boat hull.

Table 3. Conditions of test cases

Test case	Conditions	
Scale ratio	Full scale	
(a) Case 1-1	Propeller Type	Bare hull
(b) Case 1-2		Bare hull with skeg
(c) Case 1-3		Bare hull with net and skeg
(d) Case 2	Waterjet type	



(a) Case 1-1 (c) Case 1-2

(d) Case 1-3 (e) Case 2

Fig. 7. Test models.

3.4 수치해석 결과

프로펠러타입의 선형에서 부가물이 저항에 미치는 영향에 대한 수치해석 결과를 속도별로 정리하여 Table 4에 나타내었다. 해석 결과, 총저항에서 부가물이 차지하는 비중은 최대 54.0 %로 절반이 넘는 영향을 보이고 있다. 특히 부가물 중 철망이 차지하는 비중은 최대 36.9 % 정도로 프로펠러타입 네트보트의 총저항에 스케그의 2배 이상의 영향을 주고 있음을 확인하였다.

Fig. 8은 선속 10 kts일 때의 Case 1-2와 Case 1-3의 선체의 유체의 흐름을 나타낸 그림이다. 이를 비교하면, Case 1-3의 경우 철망에 의해 프로펠러로 유입되는 유체의 흐름이 불균일하게 되어 프로펠러 효율을 감소시킬 가능성이 큰 것으로 보인다.

이상의 결과로부터 선체 하부의 부가물, 특히 철망이 네트보트의 저항성능에 악영향을 일으키고 있으며, 선형변환을 통한 제거로 저항성능이 개선될 것으로 판단된다.

Table 4. Comparison of total resistance (for Propeller type)

Ship speed [kts]	R_T [kN, (%)]			
	Bare hull	Skeg	Net	Propeller type
6	1.18 (46.0 %)	0.44 (17.1 %)	0.94 (36.9 %)	2.56
8	2.09 (46.6 %)	0.77 (17.2 %)	1.62 (36.2 %)	4.49
10	3.27 (46.9 %)	1.19 (17.1 %)	2.52 (36.0 %)	6.98
12	4.71 (47.3 %)	1.71 (17.2 %)	3.54 (35.5 %)	9.96

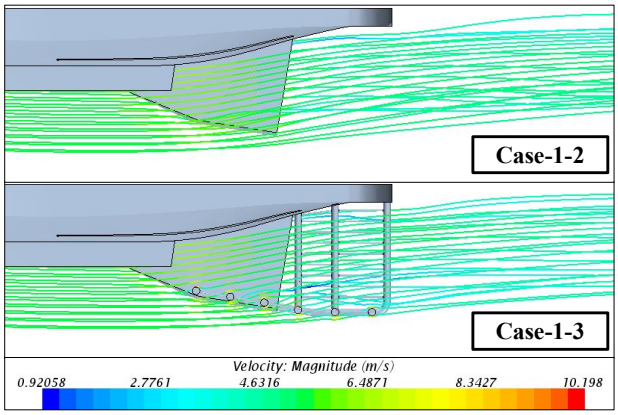


Fig. 8. Fluid flow under the hull (10 kts).

추진기 변화에 따른 선형변환에 대한 Case 1-3과 Case 2의 해석 결과를 Table 5에 정리하였다.

해석 결과, Case 1-3 대비 Case 2의 R_T값이 최대 45.6 % 감소함이 확인되었다. 거의 절반에 가까운 R_T 감소치를 보이고 있으며, 그 이유로 앞서 나온 바와 같이 Case 2의 침수표면적이 Case 1-3의 절반에 가깝기에 R_T값 감소에 영향을 끼치고 있다고 사료된다.

또한 Case 1-3과 Case 2의 부가저항계수를 비교한 Table 6에 보이는 바와 같이 선형변환을 통한 철망의 제거로 부가물의 형상저항이 감소하였고, R_T의 감소에 영향을 주었다고 사료된다.

이상의 수치해석 결과를 통해 추진기 타입 변화에 따른 선형 변환이 저항성능을 크게 개선시켰으며, 이는 단순 침수표면적 감소 및 선형개선에 의한 총 저항 감소에 따른 것으로 판단하였다.

Table 5. Comparison of total resistance

Ship speed [kts]	R_T [kN]		Rate [%]
	Case 1-3	Case 2	
6	2.56	1.39	-45.6
8	4.49	2.46	-45.1
10	6.98	3.84	-44.9
12	9.96	5.52	-44.5

Table 6. Comparison of residual resistance coefficient

Ship speed [kts]	C_R [$\times 10^{-2}$]		Rate [%]
	Case-1-3	Case-2	
6	1.336	1.273	-4.72
8	1.325	1.277	-3.58
10	1.324	1.281	-3.25
12	1.314	1.285	-2.21

4. 모형시험

4.1 시험조건

본 연구에서는 중소조선연구원의 회류수조에서 기존의 프로펠러타입 네트보트의 선형과 신형 워터제트타입 네트보트의 선형을 1/7으로 축소하여 모형선 시험을 수행하였으며, 해당 회류수조의 제원은 아래의 Table 7과 같다.

Table 7. Circulating water channel specification

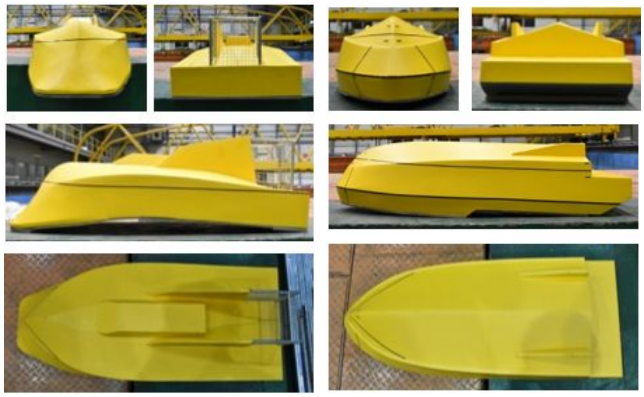
Tank Specifications	
Outside Dimension	$17.6 \times 3.1 \times 6.42(m)$
Observation window	$6.0 \times 2.0 \times 1.55(m)$
Flow velocity (Based on model ship)	$0.1 - 2.5 m/\sec$
Driving motor	$37 kw \times 2$

모형시험에 사용한 모형선들의 제원은 Table 8에 표기하였으며, 그 형상은 Fig. 9에 나타내었다.

Fig. 10과 같이 모형선을 제작 후 비교실험을 수행하였으며, 선형에 의한 성능을 비교하기 위하여 기존 및 신형 네트보트의 저항을 속도별로 측정하여 성능향상을 검토하였다.

Table 8. Main particulars for model ships of net-boats

Item	Unit	Propeller type	Waterjet type
Scale ratio		1/7	
Length Overall	(m)	1.003	1.000
Breadth	(m)	0.431	0.397
Draft	(m)	0.064	0.079
Wetted surface area	(m^2)	0.653	0.377
Displacement	(ton)	0.015	0.012



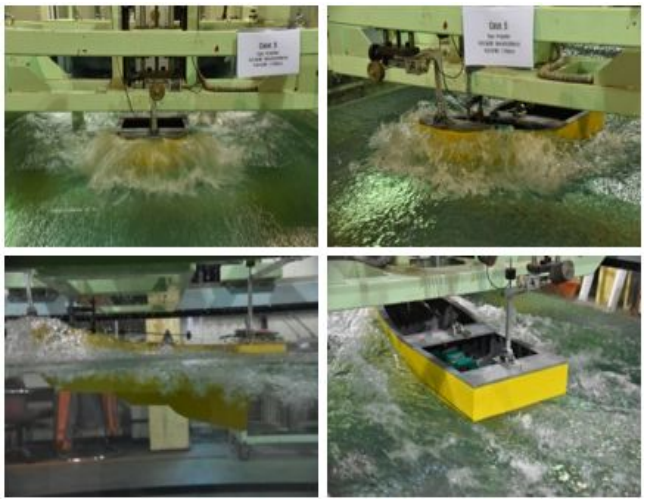
(a) propeller type (b) waterjet type

Fig. 9. Model ships of net-boats.

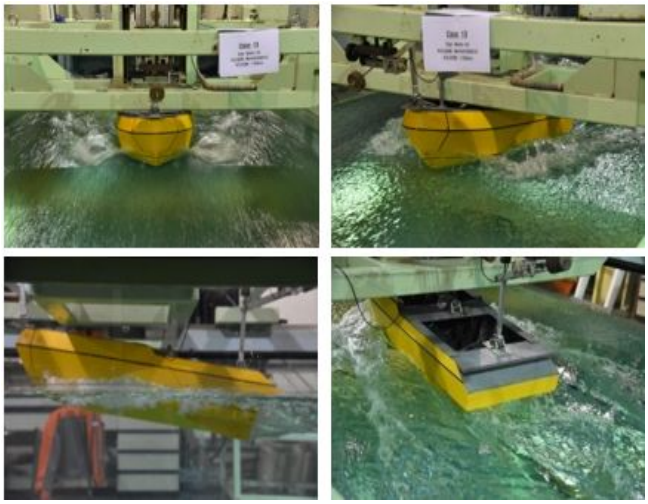
4.2 모형시험

선형별로 5~10 knot의 속도범위에서 모형시험을 수행하였으며 프로펠러 타입의 경우 9 kts 이상에서 뭉뚝한 선수부의 특성 때문에 파를 가르지 못하고 큰 파도를 생성시켜 선수부의 상갑판으로 넘어오는 현상을 보여 10 kts에서 모형시험을 수행하지 못하였다. 워터젯 타입은 9 kts에 파를 잘 가르는 활주형 형태를 보이고 있으며 Fig. 10에 나타내었다. 모형시험 결과를 Table 9에 정리하였으며, 이를 바탕으로 ITTC-1957 실선 저항 추정법에 따라 각 실선의 저항을 추정하여 Table 10에 정리하였다.

모형시험 결과, 프로펠러 타입 대비 워터제트 타입에 걸리는 저항이 약 50 % 정도로 크게 줄어들었음을 확인 하였으며, 이 차이는 높은 속도영역에서 커졌다. 각 선형의 잉여저항계수를 비교하면 총 저항계수와 마찬가지로 워터제트 타입이 크게 감소하는 것을 볼 수 있는데, 이는 철망의 제거를 통한 선형 변환으로 부가물에 의한 형상저항 및 조파저항의 감소로 인하여 저항성능이 충분히 개선되었음을 확인하였다.



(a) Propeller type (9 knots)



(b) Waterjet type (9 knots)

Fig. 10. Snap shot of model test.

Table 9. Result of model test

Ship type	V_S	R_{TM}	C_{TM}	C_{FM}	C_R
	[m/s]	[N]	$[\times10^{-2}]$	$\times10^{-3}$	$\times10^{-2}$
Propeller type	5	4.77	1.55	5.20	1.03
	6	13.70	3.09	4.99	2.59
	7	24.84	4.12	4.82	3.63
	8	39.24	4.98	4.69	4.51
	9	60.21	6.04	4.57	5.58
Waterjet type	5	2.69	1.51	5.18	0.99
	6	7.83	3.06	4.97	2.56
	7	13.36	3.84	4.81	3.35
	8	21.05	4.63	4.67	4.16
	9	24.47	4.25	4.55	3.79
	10	25.49	3.59	4.45	3.14

Table 10. Prediction of resistance performance applied ITTC 1957 method

Ship type	V_S	C_R	C_{FS}	C_{TS}	R_{TS}	PE
	[kts]	$\times10^{-2}$	$\times10^{-3}$	$\times10^{-2}$	kN	kW
Propeller type	5	1.03	2.83	1.31	1.43	3.67
	6	2.59	2.75	2.87	4.48	13.83
	7	3.63	2.68	3.90	8.31	29.90
	8	4.51	2.62	4.77	13.27	54.60
	9	5.58	2.57	5.84	20.54	95.08
Waterjet type	5	0.99	2.83	1.28	0.80	2.06
	6	2.56	2.74	2.84	2.56	7.90
	7	3.35	2.67	3.62	4.45	16.03
	8	4.16	2.62	4.42	7.10	29.22
	9	3.79	2.57	4.05	8.23	38.11
	10	3.14	2.52	3.39	8.51	43.78

5. 결 론

다랑어 선망어선에 탑재되는 보조 작업선 중 네트보트의 추진기 변경에 따른 선형개발 및 수치해석을 통한 유체성능 검토, 1/7의 축소모형의 수조시험을 통한 선형 별 저항성능 비교검토를 수행하였고, 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 기존 프로펠러 추진 네트보트의 경우, 작업 시 다랑어의 충돌로 인해 다랑어 및 프로펠러 손상의 문제점이 있다. 이를 방지하기 위해 프로펠러 주위를 감싸는 형태로 철망이 설치되어 있으며, 이는 수치해석을 통한 부가물 저항해석 결과 저항성능에 매우 큰 영향을 주는 것을 확인하였다.

(2) 추진기를 워터제트로 변경하며 실적선 및 본선에 의한 제한을 바탕으로 선형을 설계하였고, 수치해석 및 1/7의 축소모형의 수조시험을 수행하였다. 그 결과, 기존 네트보트 대비 저항성능이 크게 향상되었으며(45 ~ 48 %), 이는 철망제거에 의한 형상저항 감소 및 선수부 개선을 통한 조파저항 성능 향상의 효과임을 확인하였다.

(3) 기존 프로펠러타입 네트보트의 한계점인 보호용 철망 장착을 탈피한 신형 워터제트타입 네트보트의 성능향상을 도모하였다. 향후 추가 연구로 시제선을 제작하여 네트보트의 중요한 요소인 예인력 시험 및 낙하시험 그리고 속도시험을 수행할 예정이다. 또한 이를 해상시운전 시험 데이터를 통한 워터제트의 출력 용량 추정에 기초자료로 활용하고자 한다.

후 기

본 연구는 교육부 및 한국연구재단 지역혁신창의인력양성사업(2015H1C1A1035813) 지원 및 2015년도 해양수산부의 재원으로 해양수산과학기술진흥원(No. 20150078)의 지원을 받아 수행한 연구입니다.

References

[1] An, D. H., D. Y. Moon., J. R. Koh., K. D. Cho and D. S. Kim(2003), Effect of El Nino event on the distribution of Korean tuna purse seine fishery in the western central Pacific Ocean, Journal of the Korean Society of Fisheries Technology, Vol. 6, No. 1, pp. 32-40.

[2] Choi, D. I.(2009), A Study of High Efficiency Water jet System for Small Vessel, Thesis for the Degree of Master of Engineering, Kunsan National University Graduate School, pp. 9-20.

[3] Hong, J. K., I. K. Kang and S. J. Jung(2015a), Fishing Performance of Hull Form renovated tuna purse seiner, Journal of the Korean Society of Fisheries Technology, Vol. 51, No. 3, pp. 321-332.

[4] Hong, J. K., I. K. Kang and S. J. Jung(2015b), Maneuvering character of hull form renovated tuna purse seiner, Journal of the Korean Society of Fisheries Technology, Vol. 51, No. 1, pp. 61-70.

[5] ITTC(2011), International Towing Tank Conference, 26th ITTC Specialist Committee on CFD in Marine Hydrodynamics, Practical Guidelines for Ship CFD Simulations, Technical report 7.5-03-02-03. Revision 01.

[6] Kihara, K. and T. Ishii(1986), A New Method of Initial Design for High Speed Craft(2), Transition of West Japan Society of Naval Architecture, Vol. 72, pp. 293-300.

[7] Kim, H. S.(1999), Property of fish school and vertical temperature profile of tuna purse seine in the Western Pacific Ocean, Journal of the Korean Society of Fisheries Technology, Vol. 35, No. 3, pp. 237-242.

[8] Kim, I. S., D. W. Park and S. B. Lee(2016), Prediction of fishing boat performance using computational fluid dynamics, Jounal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 40, No. 4, pp. 574-579.

[9] Lee, J. S. and C. W. Lee(2014), The Development of Small Water Jet Propulsion for 150HP Grade Inboard Type, Jounal of Korea Society of Marine Engineering, Vol. 38, No. 3, pp. 246-252.

[10] Lee, M. K., S. I. Lee., Z. K. Kim., J. E. Ku., H. W. Park and S. C. Yoon(2015), The fishing characteristics of Korean tuna purse seine fishery in the Pacific Ocean, Journal of the Korean Society of Fisheries Technology Vol. 51, No. 3, pp. 414-423.

[11] Ministry of Oceans and Fisheries(2016), Fisheries statistics in fisheries information service. http://www.fips.go.kr Accessed 27 July 2016.

[12] Moon, D. Y., W. S. Yang., S. S. Kim., J. R. Koh and E. J. Kim(2005), Characteristics of the Korean tuna purse seine fishery in the Western and Central Pacific Ocean, Journal of the Korean Society of Fisheries Technology, Vol. 41, No. 4, pp. 263-270.

[13] Park, C. H., N. H. An, H. Y. Jang and Y. W. Kwon(2012), A Study on the Characteristic of Motion and Resistance Performance from the Body Plan of Planning Leisure Boat at Low Speed, Journal of the Korea Society for Power System Engineering, Vol. 16, No. 4, pp. 17-23.

[14] Park, Y. Y., Y. W. Lee and D. J. Lee(2016), Analysis on fishing conditions of the Korean tuna purse seiner operating in the western and central Pacific Ocean, Journal of the Korean Society of Fisheries Technology, Vol. 52, No. 4, pp. 356-363.

[15] Rosenfeld, M. and D. Kwak(1991), Time- dependent solutions of viscous incompressible flows in moving coordinates, International Journal for Numerical Methods in Fluids, 13(10), pp. 1311-1328.

[16] Ryu, K. J., Y. W. Lee and H. S. Kim(2015), A change of rigging method for purse seine gear of Korea tuna purse seine fishery in the Western and Central Pacific Ocean, Journal of the Korean Society of Fisheries Technology, Vol. 51, No. 1, pp. 50-60.

[17] Yang, H. U., B. N. Kim, J. H. Yoo and W. J. Kim(2010), Wake Comparison between Model and Full Scale Ships Using CFD, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 47, No. 2, pp. 150-162.

Received : 2018. 09. 03.
Revised : 2018. 10. 18.
Accepted : 2018. 10. 26.