

다랑어 선망어선 탑재용 보조 작업선의 추진기 형태 변화에 대한 제작과정 및 해상시운전 비교 연구

하승무* · 장호윤**† · 서형석** · 서광철***

*, ** 중소조선연구원 그린선박연구본부, *** 목포해양대학교 조선해양공학과

A Comparative Study of Sea Trials and Production Processes for Propulsion Type Working Boats with a Tuna Purse Seiner

Seoung-Mu Ha* · Ho-Yun Jang**† · Hyoung-Seock Seo** · Kwan-Cheol Seo***

*, ** 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 : 우리나라에서는 다랑어 선망어업의 기술 경쟁력을 높이기 위한 많은 연구개발이 이루어지고 있으며, 이러한 노력으로 인하여 다랑어 선망어선의 선형개선과 어군 탐지를 위한 레이더, 소나 및 위성정보시스템의 개발로 인해 조업 효율이 향상되었다. 그러나 다랑어 선망어선에 탑재되는 보조 작업선인 스킵보트, 네트보트 및 스피드보트의 경우에는 본선의 기술 현대화에 비해 기술력이 낙후되어 있는 실정이다. 이에 본 논문에서는 그물을 끌기 위한 양망의 기능과 프로펠러로부터 다랑어를 보호하기 위하여 설치된 철망을 가진 기존의 네트보트의 선체를 워터제트 추진기 탑재가 가능한 선체로 변경하여 다랑어 보호, 선체저항 감소 및 운항성능 향상하고자 하였다. 결과적으로 워터제트 형태에 적합한 선형에 대해 해양수산부 고시에 의거한 알루미늄 구조강도 기준을 적용한 시제선 제작하였으며 낙하시험을 수행하여 안전성을 확인하였다. 또한 해상시운전을 통하여 기존의 네트보트는 2,500 RPM에서 속도는 12.0 knot, 예인력은 2,545 kgf이며, 워터제트가 탑재된 네트보트는 3,200 RPM에서 속도는 26.7 knot, 예인력은 2,011 kgf로 워터제트가 탑재된 네트보트 또한 다랑어 선망어선의 보조 작업선으로 예인용량 기준에 충분히 만족함을 알 수 있었다.

핵심용어 : 알루미늄 네트보트, 워터제트 추진기, 낙하시험, 예인력시험, 해상시운전

Abstract : In Korea, much research and development have occurred to enhance the technological competitiveness of tuna purse seining fisheries. Due to these efforts, fishing efficiency has been improved with the development of radar, sonar and global positioning systems for fish detection and revisions to the hull forms of tuna purse seiners. However, for skiff boats, net boats and speed boats, which are auxiliary working boats mounted on tuna purse seiners, technology has lagged behind relative to the modernization of the main vessel. In this study, the hull of an existing propeller-based net boat with steel wire net to protect tuna was changed to the hull of a water jet propulsion vehicle to reduce resistance and improve maneuverability. As a result, a prototype of a water jet propulsion option was produced according to the aluminum structure strength standards specified by the Ministry of Oceans and Fisheries, and safety was confirmed by performing a drop test. Moreover, through a sea trial test, an existing net boat was shown to have a speed of 12.0 knots and a towing force of 2,545 kgf at 2,500 RPM. The prototype had a speed of 26.7 knots and a towing force of 2,011 kgf at 3,200 RPM, which satisfied the towing capacity standards of auxiliary working boats mounted on tuna purse seiners.

Key Words : Aluminum net boat, Water jet propulsion, Drop test, Bollard pull test, Sea trial test

* First Author : smha@rims.re.kr, 051-974-5576

† Corresponding Author : hyjang@rims.re.kr, 051-974-5581

1. 서론

우리나라 선단의 주요 어장은 1980년대 초에 동부태평양에서 중서부태평양으로 확대되었으며, 1980년도 중, 후반부터 원양어업 회사들은 중고선 도입 및 신조선 건조를 통하여 다랑어 선망어업의 기술 경쟁력을 높이기 위해 많은 노력을 기울여 왔다. 이러한 노력으로 인하여 어군 탐지를 위한 헬리콥터(helicopter), 레이더(radar), 소나(sonar), 위성위치정보시스템(global positioning system) 등 조업장비의 최신화 및 어로기술의 발전을 이루었다(Kim, 2014).

다랑어의 환경적 특성과 우리나라 다랑어 선망어업의 조업 실태에 관한 연구로 Park(1984), Moon et al.(1996)의 유목군에 대한 다랑어 조업 특성에 관한 연구, Kim(1999)의 서부태평양 해역에서의 다랑어 선망어업의 어군성상과 연직수온 특성, An et al.(2003), Moon et al.(2005)의 어획량 분포 및 조업 특성, Lee et al.(2015)의 태평양 수역 우리나라 다랑어 선망어업의 어획 특성, Park et al.(2016)의 중서부태평양 한국 다랑어 선망어업의 조업실태 분석 등의 효과적인 조업특성과 약 및 방향에 대한 연구가 수행되어 왔다.

기술의 현대화에 따른 다랑어 선망어업 선단에 대한 연구도 활발히 수행되어졌다. 다랑어 선망어업의 성능향상을 위한 선형개선 연구(Hong et al., 2015a), 선형개조 선망선의 조종성능(Hong et al., 2015b), 다랑어 선망어구의 동적 거동 시뮬레이션과 현장 실험 검증(Hosseini, 2011), 한국 다랑어 선망어업에서의 어구 구성의 변화(Ryu et al., 2015) 등 조업성능과 다랑어 선망어선 본선에 대한 선형개발과 성능개선이 주로 이루어져 왔다. 이에 따라 2015년 등록된 국적 다랑어 선망어선은 28척, 연간 생산량은 약 28만 3천톤으로 우리나라 원양산업 업종별 생산량 1위 업종이 되었다(MOF, 2016). 그러나 다랑어 선망어선에 탑재되는 보조 작업선은 현재까지 선체 선형과 추진시스템 기술이 수산 선진국인 일본에 20년 전의 설계도를 이용하여 교체 수요에 맞추어 동일하거나 약간을 변경하여 제작되고 있다. 따라서 현재까지도 노후화와 함께 극한의 해상환경에 노출되어 있어 선원의 위험도가 크게 증가하고 있는 실정이다.

네트보트는 다목적 용도로 사용되는 중요한 작업선인데 비하여 성능 향상에 대한 연구는 아직 미미하다. 따라서 선형개발을 통한 성능 향상에 대한 연구가 필요한 상황이다. 또한 기존 네트보트의 경우에는 작업으로 인하여 프로펠러 회전 시에 다랑어가 주위로 물러들거나 유영 시에 부딪힐 수 있으므로 다랑어의 상품성 및 프로펠러의 손상을 보호하고자 프로펠러 주위 부분에 철망(wire frame)을 설치하여 선체의 유체성능에 나쁜 영향을 미치게 된다. 그러므로 다랑

어를 보호할 수 있고 철망이 필요하지 않으며, 기존의 수행되어진 워터제트 선형연구(Choi, 2009; Lee and Lee, 2014)와 더불어 그물을 끌거나 양망을 할 수 있는 충분한 예인성능을 가진 추진기의 확보 및 검증이 필요한 실정이다.

본 논문에서는 보조 작업선인 네트보트의 운항효율 및 예인 작업성을 높이기 위하여 워터제트 추진기를 선정 및 적용하였으며, 그에 따른 적합한 선형개발을 수행하였다. 또한 최근 선박품질 개량이 요구되므로 친환경적, 경량화로 고속선에 적합하고 규격 급속의 사용으로 선체 강도 및 구조의 신뢰성이 높은 알루미늄 판재를 이용하여 시제선을 건조하였으며(Park, 2012), 검사기준에 따라 건조된 시제선에 대한 낙하시험 및 해상 시운전을 통해 속력 성능시험(speed test)과 예인력 시험(bollard pull test)을 수행하여 기존의 프로펠러가 탑재된 네트보트와 워터제트가 탑재된 네트보트의 성능을 비교하여 워터제트 추진기의 예인 가능성 여부를 검토하였다.

2. 보조 작업선 설계

2.1 알루미늄 네트보트 설계

다랑어 선망어선은 원양어선 중에서 기술적 발전으로 본선에 일반적으로 스킵 보트(skiff boat), 스피드 보트(speed boat), 네트 보트(net boat) 등 3~4척의 보조 작업선과 함께 조업을 수행한다. 스킵보트는 본선과 함께 어망을 끌기 위한 용도, 스피드보트는 다랑어의 위치를 파악하여 그물로 물고 다니기 위한 용도 그리고 네트보트는 양망을 돕거나 물을 뿌려 다랑어를 유인하기 위한 용도이다. 다랑어 선망어법의 성공 여부는 어군의 소재 위치를 파악하여 어군을 신속하게 둘러싸고 쥘줄을 죄는 것이 가장 중요하다. 따라서 본선과 보조 작업선 성능이 어획량을 결정짓는 중요한 기술적 요소이다.

다랑어 선망어선에 탑재되는 네트보트 설계는 본선에서 탑재될 공간을 고려하여 주요치수를 산정하는 것이 중요한 요소이다. 네트보트는 대빗(davit)을 선수미에 연결하여 건현(freeboard)에서 위치를 조정하기 때문에, 2개의 대빗 사이의 간격으로 네트보트의 길이가 결정되며, 일반적으로 길이는 6.0~7.0 m, 선체 폭은 2.7~3.1 m 그리고 깊이는 추진기의 탑재 공간과 갑판의 작업용도에 맞추어 치수가 결정된다. 또한 엔진의 중량과 축계를 고려하여 선체의 중앙부가 커지거나 선미로 갈수록 프로펠러의 회전에 대한 영향으로 선체가 점차 작아지는 형상을 가지며, 다랑어를 프로펠러로부터 보호하기 위하여 부착된 선미 스킵(skeg)가 2기 주위로 철망이 감싸는 형태로 설계되어져 있다. 따라서 기존의 상용화되어

다랑어 선망어선 탑재용 보조 작업선의 추진기 형태 변화에 대한 제작과정 및 해상시운전 비교 연구

있는 프로펠러 형태의 네트보트의 경우에는 제한적인 길이와 폭에 맞추어 추력과 토크를 최대화할 수 있는 프로펠러 추진기를 탑재하였으며, 선체길이 7.0m를 기준으로 프로펠러 직경 약 0.9m, 날개 3개, 엔진 450마력 내외로 선속 12.0 knot와 예인력은 1,500 kgf 이상의 성능을 가진다.

워터제트 탑재형 네트보트의 선형설계는 추진 장치의 특성상 선체 하부에서 해수를 흡입하여 고압으로 분사해 추진하므로 수중에서 돌출되어 회전하는 장치가 없다. 따라서 기존의 다랑어 보호용 철망을 따로 설치할 필요가 없기 때문에 워터제트 탑재용 소형선박 선형설계의 기본 형태로 설

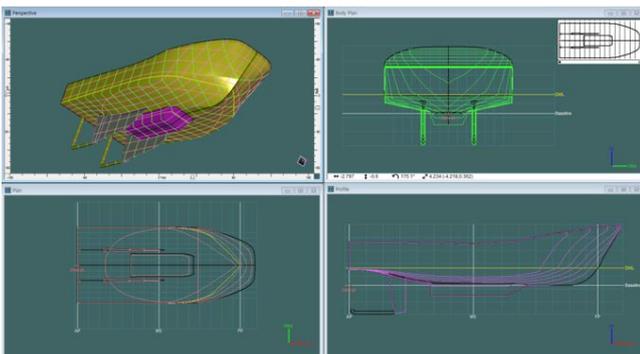
계를 수행하였으며, 국외 워터제트가 탑재된 네트보트 유사 실적선 약 17척의 주요요목을 도출하였다. 네트보트의 요구 조건인 선속과 예인력을 확보하기 위해 프로펠러 네트보트 엔진의 마력과 유사한 워터제트 엔진의 마력을 선정하고자 하였으나 단축일 경우 엔진과 워터제트가 길어짐으로써 다랑어 선망어선에 대빛 사이에 적합한 선체 길이 7.0m에 엔진룸의 공간과 중량 배분을 맞추기가 어려워지므로 워터제트를 쌍축으로 선정하여 설계를 수행하였다. 또한 유사 실적선의 길이/폭의 평균인 2.5를 고려하여 선체 폭을 약 2.8m로 선정하였다.

선저경사(Deadrise)의 경우에는 선박의 중앙 횡단면에서 볼 수 있는 선형의 특징이며, 선저경사는 보통 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 이나 승선감을 높이기 위하여 30° 까지도 하는 경우가 있다(Savisky, 1992). McInness(1986)에서 소형 경비정의 경우 적정 선저경사는 $16^{\circ} \sim 22^{\circ}$ 를 요구한다. 따라서 본 쌍축의 워터제트 탑재용 네트보트의 경우에는 유사 연구논문들의 선저경사 범위, 네트보트 유사 실적선의 선저경사 분석 평균값과 선저경사에 의한 쌍축용 엔진의 상호 간섭을 고려하여 최종 선저경사를 16° 로 설정하여 설계를 수행하였다.

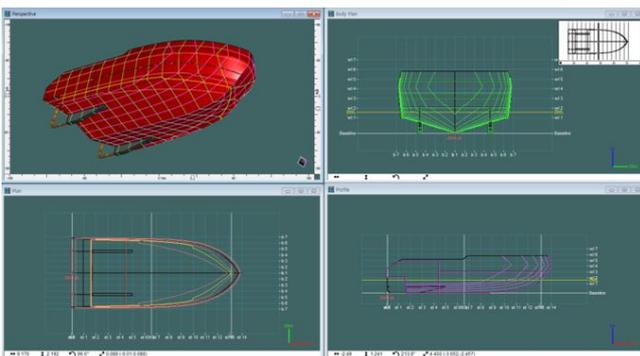
프로펠러 형태의 네트보트와 워터제트 형태의 네트보트에 대한 대상선의 주요 제원과 선형에 대한 변화 비율은 Table 1에 나타내었으며, 선형 형상은 Fig. 1에 도시하였다.

Table 1. Main particulars of net boats

Item	Unit	Propeller Type	Waterjet Type	Variation Rate(%)
Length Overall	(m)	7.020	7.000	-0.285
Length of Waterline	(m)	6.438	6.540	+1.584
Breadth	(m)	3.019	2.779	-7.950
Draft	(m)	0.450	0.550	+22.222
Depth	(m)	2.331	1.600	-31.36
Displacement	(ton)	5.058	4.067	-19.593



(a) Hull form of propeller type



(b) Hull form of water jet type

Fig. 1. Hull form designs of net boat.

3. 구조강도 검토

3.1 구조강도 규정검토

선형설계가 완료된 워터제트 탑재형 네트보트의 구조강도 검토를 통한 구조설계를 수행하였다. 구조강도 규정은 해양수산부 고시에 의한 알루미늄선 구조기준에 의거하였으며, 노르웨이 선급(DNV, Det Norske Veritas)에 승인된 해상용 알루미늄 재료를 이용하여 보통 형상의 치수 비를 가지는 선형의 선박으로 적용하였다. 선박의 길이가 50.0m 미만이고, 길이/깊이가 12.0m 미만인 선박에 대해서 국부강도가 만족할 때 종 굽힘, 전단 및 축하중에 대해서 만족하는 것으로 간주하였다(MOF, 2015a).

워터제트 탑재형 네트보트의 제원으로 설계하중을 계산하였으며, 계산된 값은 Table 2와 같다.

이를 토대로 본 논문에서 길이/깊이가 12.0m 미만인 선박 길이 7.0m에 대해 각각의 부분에서의 최소 두께 및 계수가 판정 기준에 모두 만족하는 것을 확인하였다. 검토가 완료된 워터제트 탑재형 네트보트의 구조설계는 Fig. 2에 나타내었다.

Table 2. Design loads for rule requirement of waterjet net boats

Item		Max.
Acceleration (m/s ²)	(*)Vertical Accel. from Center of Gravity	22.3
	Vertical Accel. from Longi. Local Position	44.6
	Permitted Speed with (*)	31.6
	Longi. Horizontal Accel.	5.4
	Lateral Horizontal Accel.	0.7
Wave load (kN/m ²)	Bottom Slamming Pressure	116.4
	Pitch Slamming Pressure	2.6
	Bow Area Impact Pressure (Plate)	1.2
	Bow Area Impact Pressure (Girder)	1.1
	Sea Pressure (Freeboard)	7.3
	Sea Pressure (Deck)	2.2
	Sea Pressure (Watertight Bulkhead)	3.7

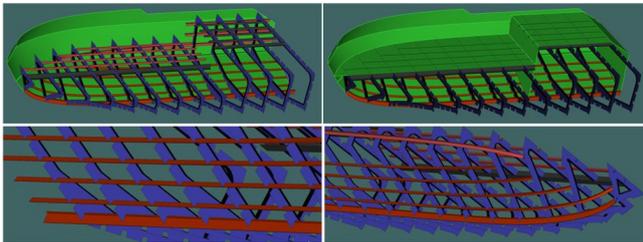


Fig. 2. Structural design for waterjet net boat.

4. 시제선 제작

4.1 시제선 제작

구조설계가 완료된 워터제트 탑재형 네트보트에 대한 시제선 제작을 수행하였으며, 제작에 대한 흐름도는 Fig. 3에 도시하였다. 초기 작업은 알루미늄의 판재 표면의 산화방지 피막을 제거하기 위해 표면가공을 한 뒤 원하는 부재의 형상으로 절단하기 위해 마킹을 하였으며, 이때 부재 양 끝에 300.0~500.0 mm 정도 여유를 두었다. 절단 후 개선 작업은 불활성가스 아크용접 작업표준(KATS, 2016)을 준수하였다. 알루미늄 박판을 취부 할 때 취부 중에 틈 발생 시 억지 맞춤을 하지 않으며, 취부용접 시에 본 용접의 진류보다 높게 하고 비드를 제거할 때 1.0~2.0 mm의 비드를 남겨 본 용접 시 용접 열과 잔류 응력에 의해 취부 용접부가 크랙(Crack)으로 인한 결함이 생기는 것을 방지하였다(Ku et al., 2007).

필요한 곡가공을 수행한 후에 각 부재를 도면과 일치하도록 소조립을 하였고, 본 용접 전에 구속 작업을 하여 용접변형을 최소화하였다. 용접봉 및 전극와이어는 알루미늄 및 알루미늄 합금 용접봉과 와이어의 표준(KATS, 2013)을 따라 용

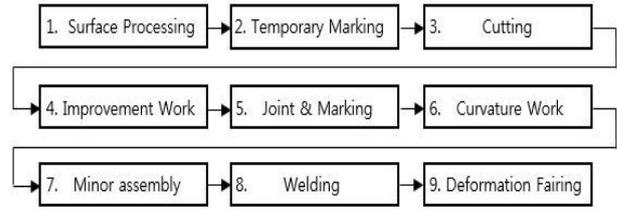


Fig. 3. Production flow chart.



Fig. 4. Production process of waterjet net boat.

접 기본 순서인 중앙 용골(center keel)에서 좌에서 우로 중앙 용골에서 상, 하로 용접하는 것을 원칙으로 하였다. 이때 용접으로 인해 발생한 미세한 변형은 산소아세틸렌으로 만곡작업 등의 방법으로 교정하였다. 워터제트 탑재형 알루미늄 네트보트의 시제선 용접 및 제작 공정은 Fig. 4에 도시하였다.

5. 낙하시험

5.1 낙하시험

건조 완료된 워터제트 형태의 네트보트에 대하여 구조강도를 만족하는지 확인하기 위한 방법으로 낙하시험을 수행하였다. 본 논문에서의 낙하시험의 절차는 해양수산부의 고시를 통한 플레저보트(pleasure boat)의 검사기준에 의거하였으며 이는 선박길이 12.0 m 미만의 선체에 낙하시험이 적용된다. 낙하시험 시에는 보트의 길이에 따라 낙하높이가 결정이 되며 선박길이 6.0 m 미만의 선박의 낙하높이는 아래의 계산식이 적용된다(MOF, 2015b; Lee et al., 2017).

$$H = 7.475 \times \left(\frac{V}{\sqrt{L}} + 16.142 \right)^2 \times L \times 10^{-4} \text{ (m)} \quad (1)$$

$$V = 0.914 \sqrt{L} \left(\frac{kW}{\Delta} \right)^{0.623} + 10 = 0.755 \sqrt{L} \left(\frac{PS}{\Delta} \right)^{0.623} + 10 \quad (2)$$

여기서, H는 낙하높이(m), L은 선체길이(m), Δ은 배수량(ton), V는 만재상태 계획속력(knot), 최고속력(knot) 또는 계산



Fig. 5. Drop test for net boat.

식의 값이며 해양수산부 검사 기준에 의거 v/\sqrt{L} 이 3.6을 초과할 때는 v/\sqrt{L} 를 3.6으로 하여 계산한다. 선박길이 6.0m를 초과하는 경우나 식(1)과 (2)의 계산에 의한 낙하높이가 2.5m를 초과할 때는 최종 낙하높이를 2.5m로 한다. 계산에 의한 낙하높이가 0.7m 미만일 때는 낙하높이를 0.7m로 한다 (MOF, 2016).

따라서 워터제트 형태의 네트보트의 선체길이가 7.0m이므로 수면으로부터 낙하높이를 2.5m로 설정하여 낙하시험을 하였으며, Fig. 5에 수행 모습을 나타내었다. 선박안전기술공단(KST, Korea Ship safety Technology authority)의 검사원 입회하에 판정기준인 선체의 찌그러짐, 수밀, 균열 및 박리 등의 결함에 대한 유관검사를 수행하였다. 개발된 워터제트 형태의 네트보트의 경우에 낙하시험의 검사항목에 모두 만족하는 구조강도를 가진 것으로 확인하였다.

6. 해상시운전

6.1 속력시험

풍속 3.0~6.0m/s, 유의파고 0.5m인 해상환경에서 워터제트 탑재형 네트보트 시제선의 성능 검토를 위한 해상시운전 시험(sea trial test)을 수행하였으며 프로펠러 탑재형 네트보트 시제선과 함께 주요성능을 비교 검토하였다. 각각의 시제선에 대한 주요 중량 및 시제선의 모습은 Table 3과 Fig. 6에 나타내었다(Park et al., 2013).

네트보트의 프로펠러 탑재형 엔진의 정격출력(rated power)은 470 HP, 분당 회전수(RPM, Revolution Per Minute) 범위는 500~2,700 RPM이며, 워터제트 탑재형 엔진의 정격출력은 270 HP×2기, 분당 회전수 범위는 1,000~3,500 RPM이므로 작업환경을 고려하여 연속최대출력(MCR, Maximum Continuous Rating)의 90%로 최대 분당 회전수의 범위를 고려하여 프로펠러 형태는 1,000~2,500 RPM, 워터제트 형태는 1,000~3,200 RPM까지 500 RPM별 속력계측을 수행하였다.

워터제트 탑재형 네트보트의 해상시운전 모습은 Fig. 7, 속력시험 결과 비교그래프는 Fig. 8에 나타내었다. 2,500 RPM

Table 3. Weight of Net boat

Net boat Type		Propeller	Waterjet
Engine Type	(-)	Single	Twin
Engine Horsepower	(HP)	470	270×2
Engine Weight	(kg)	1,140	700
Hull Weight	(kg)	2,100	2,000
Propulsion Outfitting Weight	(kg)	800	300
Generator Weight	(kg)	140	140
Fuel Weight	(kg)	870	860
Total Weight	(kg)	5,050	4,000



(a) Propeller type



(b) Waterjet type

Fig. 6. Prototypes for net boat.

이하에서는 프로펠러 형태의 속력이 워터제트 형태보다 높은 성능을 가지는 것을 확인할 수 있다.

워터제트 형태의 네트보트의 경우에 2,600~2,800 RPM 구간에서부터 급격하게 속력이 높아지는 것을 보아 이때 항주 자세가 안정되고 점차 활주를 시작하는 것으로 판단된다. 최대 운용 회전수에서 속력을 비교해 보면 프로펠러 형태는 2,500 RPM에서 12.0 knot, 워터제트 형태는 3,200 RPM에서 26.7 knot의 속력을 가지는 것을 볼 수 있다. 따라서 워터제트 형태 네트보트는 기존의 프로펠러 형태의 최대 속력인 12.0 knot보다 약 200% 이상 높은 충분한 속력성능을 가지는 것을 확인하였다.

6.2 예인력시험

원양에서 그물망을 끌기 위해 네트보트의 예인력 검증은 반드시 필요하다. 예인 작업시 약 50.0m의 사용 환경을 고려하여 로프의 길이를 산정하고, 시험을 수행하는 방법은 Fig. 9와 같이 블라드(bollard)와 50.0m 로프 사이에 접촉식 장력 센서를 설치하였다.



Fig. 7. Sea trial test for waterjet net boat.



Fig. 9. Bollard pull test for net boat.

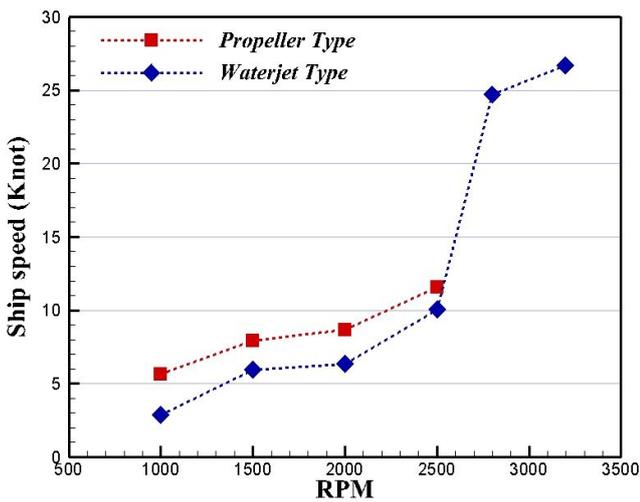


Fig. 8. Result graph for ship speed test.

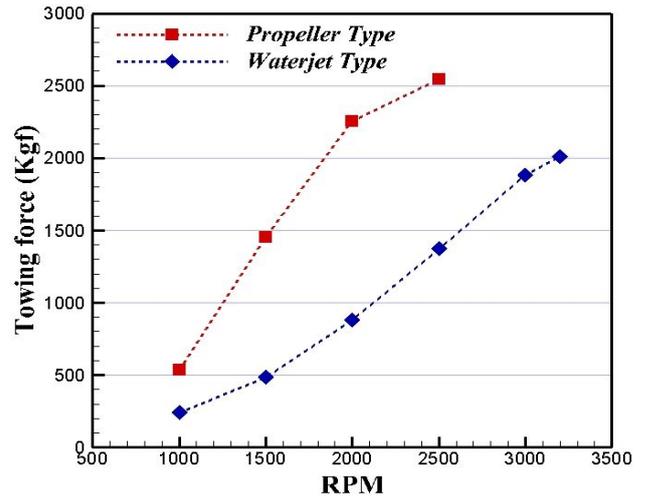


Fig. 10. Result graph for bollard pull test.

속력성능 검토 방식과 동일하게 분당 회전수 500RPM별로 최대 운용회전수까지의 예인력을 측정하였다.

네트보트의 예인력시험 결과 비교그래프는 Fig. 10에 나타내었다. 최대 운용 회전수에서의 예인력은 워터제트 형태가 엔진 마력수가 높음에도 불구하고 프로펠러 형태보다 낮은 예인력을 가지는 것을 확인할 수 있다. 그러나 네트보트의 중요한 기능인 양망을 돕거나 그물을 끌기 위한 예인력은 1,500 kgf가 요구되므로 워터제트 탑재형 네트보트의 경우 최대 운용 회전수에서 예인력은 요구조건 대비 약 130% 이상 높은 2,011 kgf로 워터제트 탑재형 네트보트도 충분한 예인력을 가지는 것을 확인하였다.

7. 결론

다랑어 선망어선에 탑재되는 보조 작업선인 7.0m급 네트보트의 추진기 형태가 변화될 때에 선형개발, 구조강도검토, 시제선제작, 낙하시험 및 해상시운전을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 보조 작업선의 경우에 원양에서 운용되기 때문에 극한의 해상환경에 노출됨에 따라 선원의 위험도가 증가하므로 보조 작업선을 설계 후, 해양수산부 고시에 의거한 알루미늄 구조강도 기준, 작업표준을 준수하여 시제선을 제작을 완료하였고 해양수산부의 고시를 통한 플래저보트의 검사기준에 의거하여 낙하시험 결과 검사항목에 모두 만족하는 것을 확인하였다.
- (2) 워터제트 탑재형 네트보트는 기존의 프로펠러 탑재형 네트보트보다 최대 운용 회전수에서 속력성능은 약 200% 높은 26.7 knot이므로 엔진중량을 포함하여 선체 총중량의 감소와 선형개발로 인해 속력성능이 향상되었을 것으로 판단된다. 이는 스피드보트와 겸용으로 사용이 가능할 것으로 판단된다.
- (3) 다랑어 선망어선 조업의 경우 보조 작업선의 예인용량이 1,500 kgf가 요구된다. 워터제트 탑재형 네트보트의 예인력은 약 130% 높은 2,011 kgf이므로 프로펠러가 탑재된 기존의 네트보트보다 예인력이 낮지만 보조 작업선의 예인용량 기준에는 충분히 만족하는 것을 확인하였다.

후 기

본 연구는 2015년도 해양수산부의 재원으로 한국해양과학기술진흥원(No. 20150078)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.

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] Hosseini, S. A.(2011), Dynamic Simulation of Tuna Purse Seine Gear Verified by Field Experiments, Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy, Pukyong National University Graduate School, pp. 107-110.
- [6] KATS(2013), Korean Agency for Technology and Standards, KS D-7028, Aluminium and Aluminium Alloy Welding Rods and Wires, pp. 1-13.
- [7] KATS(2016), Korean Agency for Technology and Standards, KS B-0879, Recommended Practice for Inert Gas Shielded Arc Welding of Aluminium and Aluminium Alloys, pp. 1-17.
- [8] 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.
- [9] Kim, J. M.(2014), Tiltrotor Aircraft Issues and Recent World Trend in VTOL Aircraft Development, Journal of the Korean Society For Aeronautical and Space Sciences, Vol. 2014, No.11, pp. 1-16.
- [10] Ku, H. M., B. K. Kang and D. S. Kang(2007), A Study on Designs and Construction Methods of Coastal Aluminum Fishing Vessel, Journal of the Korea Ship Safety Technology Authority, Vol. 23, pp. 51-64.
- [11] Lee, J. S. and C. W. Lee(2014), The Development of Small Water Jet Propulsion for 150HP Grade Inboard Type, Journal of Korea Society of Marine Engineering, Vol. 38, No. 3, pp. 246-252.
- [12] 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.
- [13] Lee, S. R., G. J. Kang and S. S. Cho(2017), Evaluation of Structural Safety of Polyethylene Boats by Drop Test Method, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 18, No. 5, pp. 531-542.
- [14] McInnes, A.(1986), Some Hull Construction Aspects of Small Patrol Boats, Lloyd's Register Technical Association, No. 3, Session, 1985-1986.
- [15] MOF(2015a), Ministry of Oceans and Fisheries, 2015-123, Structure Standard of Aluminum Ship, pp. 10-47.
- [16] MOF(2015b), Ministry of Oceans and Fisheries, 2015-218, Inspection Standard of Pleasure Boat, pp. 37-39.
- [17] MOF(2016), Ministry of Oceans and Fisheries, Fisheries Statistics in Fisheries Information Service, <http://www.fips.go.kr>, accessed 27 July 2016.
- [18] Moon, D. Y., J. U. Lee and J. B. Kim(1996), On the Log-Associated School Fishery of Korean tuna purse seiners, Journal of the Korean Society of Fisheries Technology, Vol. 29, No. 2, pp. 197-207.
- [19] 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.
- [20] Park, A. M.(2012), A Study on Resistance Performance of High Speed Aluminum Leisure Boat, Thesis for the Degree of Master of Engineering, Chosun University Ship the Ocean Engineering, pp. 3-8.
- [21] Park, C. H., H. Y. Jang., M. S. Park and N. K. Im(2013), Result Analysis of Sea Trial Test for Offshore Fishing Boat Attached FRP Rudder, Journal of Ocean Engineering and Technology, Vol. 27, No. 6, pp. 112-118.

- [22] Park, S. W.(1984), On the Tuna Schools Associated with the Drift Objects or Animals in the Western Equatorial Pacific Waters, Journal of the Korean Society of Fisheries Technology, Vol. 17, No. 1, pp. 47-54.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] Savisky, D.(1992), Overview of Planing Hull Developments, High Performance Marine Vehicle Conference and Exhibit, American Society of Naval Engineers, pp. 1-14.

Received : 2017. 07. 05.

Revised : 2017. 08. 04.

Accepted : 2017. 08. 28.