

## 제주해역에 연안복합어선 선형개발에 관한 연구

김현우 · 백영수 · 최찬문\*

중소조선기술연구원 · \*제주대학교

### A Study of the development plan of hull form for the Jeju coastal dual purpose fishing boat

Hyen-Woo Kim, Young-Su Back and Chan-Moon Choi

*Research Institute of Medium & Small Shipbuilding, Songjeong-dong 1713-4, Gangseo-gu, Busan,  
618-270*

*\*College of Ocean Science, Cheju National University, Jeju Special Self-Governing Province 690-756,  
Korea*

The coastal dual purpose fishing boat is a boat that is possible to operate multiply more than two regarding characteristics of the sea area and the types of the operations for the increased income of the coastal fishermen. On the hand, Dual Purpose Fishing Boats for jigging fishery of hair-tail and long-line fishery of tile-fish are occupying 60% of Jeju area. Also, the operating areas of these ships are long distance and have rough waves. In addition to that, these ships must be considered well in the strength of structure and maneuverable when constructed because the ships face coming sea and following sea during departure and return voyage. Nevertheless, most of the existing ships have ignored those considered faces so the ships are not fulfilling and endangered as well. Therefore this research has been done to analyse the operating systems of two types fishery and functionally distinctive factor. First, the new operating systems of dual purpose fishing boats are presented after the analysis, examination of functionally distinctive factor among the data and analysis of the existing operating systems. Second, raked stem and bulbous bow the two types of the ships are developed regarding the safety issues of the dual purpose fishing boats, the high speed regarding distances of fishing area, and the of following seas regarding the characteristics of Jeju coast. Third, the model test had been done on these types which are similar in the resistance that tends to decrease when the ships reach more than 15knots the planned speed. Also, raked stem decreases 1~3% more than bulbous bow on the effective horse power. Fourth, the test shows that the ship well fulfilled the planned speed 15knots and the regarding other steering ability are great as well.

**Key words** : Dual purpose fishing boat, Raked stem, Bulbous bow, Functionally distinctive factor. Following sea

## 서 론

최근, 정부에서는 한·일, 한·중 어업협정과 수산물 시장 전면 개방 등 어선어업 여건 변화에 대응하기 위하여 연안 어민 소득증대를 목적으로 해역별 연안 특성에 적합한 업종에 한하여 복합 면허를 허용하고 있다. 제주지역에서도 약 3,000여건의 복합면허가 허가되었으며, 매년 20~30여척의 선박이 건조되고 있다.

제주연안 복합어선은 낚시어업, 문어단지, 패류잡질, 패류 미끼 망, 손꽂치 어업 등 다양한 업종을 대상으로 한다. 하지만 적합한 복합어선 선형개발이 이루어지지 않아 대부분 기존 업종의 전용선을 복합 어업에 그대로 투입 활용함으로써 안전성에 문제가 되고 있으며, 해양사고의 우려가 되고 당초 기능마저 효율성을 저하 시키므로 작업 능률을 떨어뜨리는 경우가 많다. 또한 복합어선의 대상 업종 선정은 업종별 조업특성과 어로시스템, 선형이 상충되는 요소 등에 대한 면밀한 검토 없이 어민들의 선호도에 따라 결정됨으로써 경제적 손실을 감소시키는 결과를 초래하고 있다. 한편, 제주 근 해역은 조업 및 항행구역이 넓고 여름철에는 태풍, 겨울철에는 계절풍의 영향으로 파도가 높고 거칠 뿐만 아니라, 파도의 방향이 출항 시에는 선수 사파(bow sea)를 향해 나아가고, 귀항 시에는 선미 추파(following sea)를 받게 되어, 선박 설계 시 구조강도와 운동 성능 등에 대하여 신중한 고려가 요구된다.

본 연구에서는, 제주 해역의 특성을 고려하고, 기존 전용선 조업시스템의 분석하여 기능 상충

요소의 최소화 한 최적규모의 배치를 하기 위하여 모형시험 및 해상 검증을 통하여 복합어선에 유효한 선형을 개발하고자 한다.

## 장치 및 방법

### 제주연안어업의 현황

제주지역의 연도별 어선 등록 현황은 97년도에는 2,640척, 98년에는 2,731척으로 차차 증가하여 2001년도에는 3,352척에 이르고 있다.

전국 연안 어선들의 톤급별 등록현황과 제주지역 톤급별 등록현황을 비교하면 Table 1과 같이 총 59,769척 중에서 1톤 미만 어선은 17,613척, 1~5톤급 어선은 34,879척, 5~10톤급 어선은 7,176척으로 1~5톤급 어선이 58%로 가장 많은 척수를 차지하고 있으며, 다음으로 1톤 미만 어선, 5~10톤급 어선 순이다. 그러나 제주지역 어선들에 대한 톤급별 비율은 1~5톤 어선이 1,609척으로 48%를 차지하며, 그 다음으로 5~10톤 미만의 어선이 26%를 차지하고 있다.

또한, 제주지역 어업허가 건수는 Table 2와 같이 총 5,006건수 중에서 연안 복합어선이 2,997건으로 전체의 60%를 차지하고 있으며, 다음으로 분기초망과 유자망 순으로 되어있다. 연안 복합 어업은 옥돔을 주로 어획하는 연승과 갈치 채낚기, 문어단지 등 3개 어업이 주종을 이루고 있으며, 이 중에서 연승과 채낚기 어업이 전체 복합어업의 90%를 차지하는 것으로 조사되었다.

Table 1. Status of registered small fishing boat

(unit : number of vessel)				
Items	1 less than ton	1~5 ton	5~10 ton	Total
Korea	17,613	34,979	7,176	59,769
Jeju area	554	1,609	854	3,017

Table 2. Status of permitted fishery in Jeju area

(unit : number of vessel)

Items	Drift gill net	Stick-held dip net	Dual purpose fishery	Fish pots	Ring net
Permitted vessel	790	1,182	2,997	29	28

제주도 연안 해역에서 가장 많이 조업하고 있는 연승어업과 채낚기 어업 중에서 먼저 9톤급 연승어선의 조업시스템을 살펴보면, 승선인원은 선장 1명과 선원 5명으로 구성되어 있으며, 선수 현측에서 투승 및 양승 작업이 이루어진다. 또한, 연승어선의 갑판 하 구획배치를 살펴보면, Fig. 1과 같이 선미로부터 선미창고, 조타실, 선원실, 기관실, 활어창, 어창, 얼음 창, 선수 창고 순이며, 작업자는 선수부에 배치되고 조업장비로는 양승기와 낚시 바구니를 탑재하고 있고, 도구로는 낚시 바구니가 있다.

그리고 9톤급 갈치 채낚기 어선의 조업 시스템을 살펴보면, 승선인원은 선장 1명과 조업원 6명으로 구성되고, 조업은 전체 갑판에서 이루어

어지며 채낚기의 갑판 하 구획배치 및 작업자의 배치를 보면, Fig. 2와 같이 9구획으로 연승과 비슷하고 주요 어로 장비 및 도구로는 집어등, 물돛, 낚시 줄 등이 있다. 그러나 대상 어종에 따라 어구의 구성은 조금씩 다르다.

연승 어선 및 채낚기 어선의 조업시스템 분석을 통하여 나타난 구획배치와 어로 장비의 종류 및 배치상의 상충되는 요소를 검토하였다. 채낚기와 연승의 기능 상충되는 요소로는 우선 채낚기는 어로 장비로 집어등과 물돛을 사용하고 조업은 투승 및 양승이 수동으로 이루어지는 반면에 연승의 경우에는 주로 양승기를 사용하여 조업한다. 이밖에도 두 업종은 조업시기, 조업인원, 어로작업에 필요한 공간 등을 달리하는데 이를

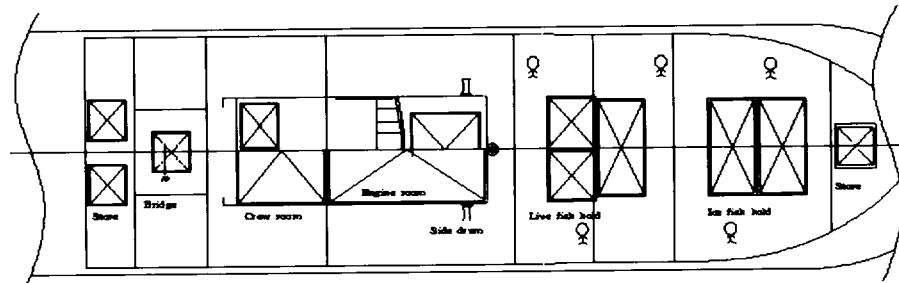


Fig. 1. Arrangement of the division of crews in long-line fishing and crews working.

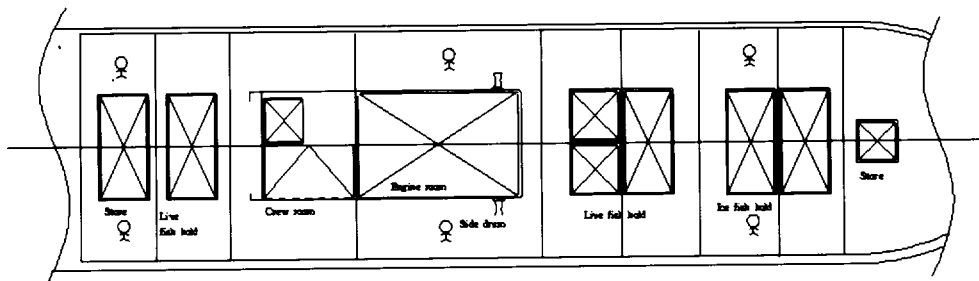


Fig. 2. Arrangement of the division of jigging fishing boat and crews working.

요약 정리하면 Table 3과 같다.

**Table 3. Comparison of operational particular in jigging boat and long liner**

Items	Long liner	Jigging boat
Main fishing gear	basket : 60 ea. line hauler	attractive light sea anchor lines
Fishing season	Jan. - Apr.	May - Oct.
Crew	captain crew : 5 persons	captain crew : 6 persons
Working space	20.5m <sup>2</sup>	15.0m <sup>2</sup>

**제주 연안복합어선의 최적규모 및 배치**

개발 선형은 제주 연안의 조업형태를 고려하여, 복합어업에 따른 유사 실적선 자료와 조업 시스템 분석을 토대로 본 선박의 운용개념, 운항조건 및 요구 성능을 설정하고 이를 바탕으로 업종은 연안 복합어선으로 갈치 채낚기를 주 어업으로 하고 총톤수는 약 9.77톤, 선원 수는 7명이 중 선장 1명, 선원 6명으로 구성하고 최대 선속은 약 15 knots, 선질은 FRP로 하며, 어선 건조에 따른 적용법규는 어선법 및 어선설비 규정을 기본계획으로 하였다.

**복합어선의 개략 배치 및 주요 요목**

복합어선의 구획배치는 유사 실적선의 자료와 상충되는 요소 등을 토대로 어로작업 필요 공간, 어창 수 등을 고려하여 선수로부터 선수 창고, 제1어창(얼음 창), 제2-4어창, 기관실, 선원실, 조타실, 선미창고 순서로 9구획 배치하였고, 연료유 탱크는 기관실 양현에 설치하였다. 갑판은 연장 갑판을 둥으로써 작업성을 향상시키고 파랑 중에 예비부력을 갖도록 하였다. 또한, 각 구획별 기능 및 용도에 따라 필요한 용적을 검토한 결과, 전체 면적은 10.1m<sup>2</sup> 정도였으므로,

이를 토대로 수선 간장(Lpp)을 설정하고, 형폭(B)과 형깊이(D)는 허가규모와 작업 필요 면적, 복원력 감소에 대응하고, 조업을 용이하게 하기 위하여 선체의 폭을 넓게 하여 Table 4에 나타난 바와 같이 복합어선의 제원을 결정하였다.

**Table 4. Principal particulars of developed dual purpose fishing boat**

Principal particulars	
Loa	18.95m
Lpp	13.56m
Breadth (mould)	3.82m
Depth(mould)	1.20m
Draft(mould)	0.97m
Block coefficient	0.806

**일반 배치도**

일반 배치는 주요치수와 초기 기본계획, 대상 업종별 조업시스템 분석, 최적배치 연구를 토대로 연승과 채낚기 조업을 복합적으로 수행할 수 있도록 하되 조업에 필요한 공간 및 어창 수 등을 확보하고 어로 작업 능률향상과 선박 복원력을 고려하여 설계하였다. 또한, 설계에서는 적하 계획, 중량 중심계산 및 유체 정역학적 체 계산 등을 토대로 복원성능 및 트림상태를 검토하고 어로작업에 적합한 제반설비 및 시스템을 고려하여 일반배치도를 Fig. 3와 같이 작성하였다.

**선형 설계**

일반배치도와 주요치수를 토대로 어민들의 선형에 대한 선택의 폭을 넓게 하기 위하여 선수부를 경사형과 구상형의 2가지 선형을 도출하여 Fig. 4 및 Fig. 5와 같이 설계하여 비교·검토하였다.

경사형 선수를 가진 선형의 선수부 수면 하단면 형상, 즉 선저구배, 플레이어의 형상 및 경사

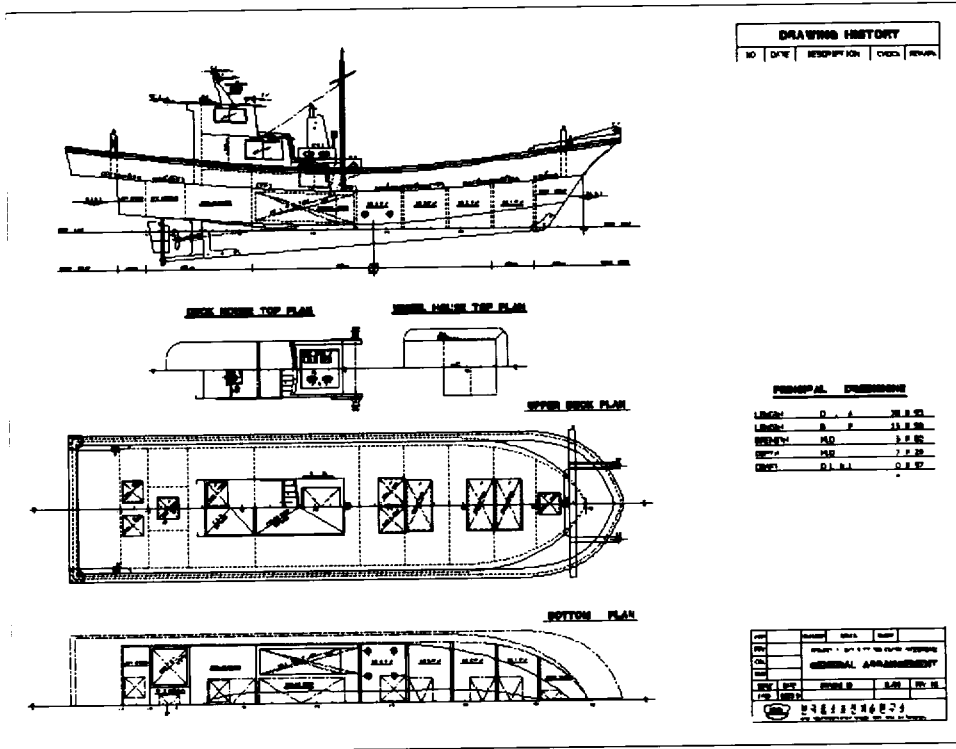


Fig. 3. General arrangement of developed dual purpose fishing boat.

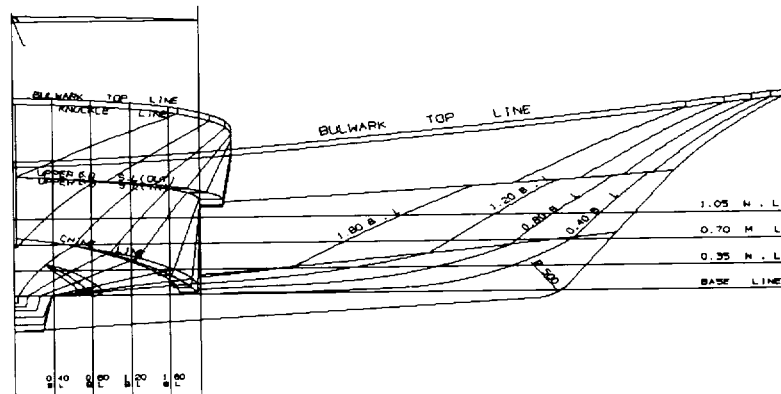


Fig. 4. Lines of raked stem type.

등은 선수부에 중량물을 적재 시 발생할 수 있는 선수트림과 능과성을 고려하여 정하였다. 그리고 선수부 선체표면에 파도의 물보라 발생을 막거나 선체외판 표면을 타고 오르는 얇은 층의 흐름을 밖으로 되돌기 위하여 물보라 막고, 띠 (Spray Strip)를 설치하였으며, 또한 횡요를 경

감시키기 위해 각형 선형으로 하였다.

한편, Fig. 5와 같이 구상형 선수를 가진 선형은 경사선형을 바탕으로 제주지역의 추파 및 사파를 고려하여 선수 부력을 증대시킬 수 있도록 하였다. 또한, 선수쪽에서 다가오는 파정이 구상벌브(Bulbous bow)에 의하여 파괴되므로 선수

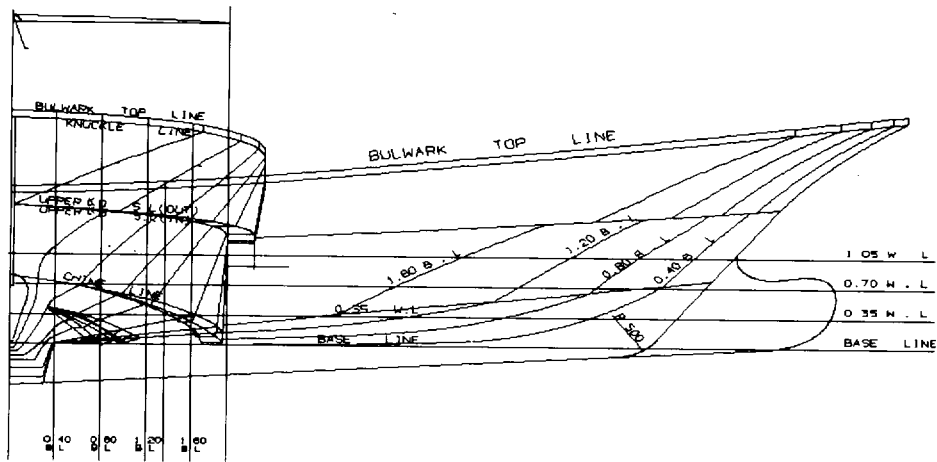


Fig. 5. Lines of bulbous bow type.

부 충격과 조파저항을 감소시키는 역할을 할 것으로 판단된다.

#### 저항성능 시험

모형시험은 제주 해역에 파랑 특성과 선수 부력을 고려하여 벌브 부착 유무에 따른 저항성능을 도출하고 9톤급 제주 연안복합어선의 저항을 비교·검토하였다.

본 연구에 사용된 모형선의 축척비는 선도를 바탕으로 본 연구원의 회류 수조(길이(L)×폭(B)×높이(D) : 17.6m×2.0m×6.4m)의 적정유속과 실선 및 모형선 길이를 고려하여 경사선형 및 구형 선형을 동일하게 1/16.25 비율로 하였으며, 모형선은 시험조건인 모형선 배수량, 흘수 및 트림변화를 고려하여 가벼운 FRP와 목재로 제작하였다. 저항시험 해석은 1978 ITTC 해석법을 근간으로 한 Froude 방법에 의해 수행하였다. 실선의 전 저항 계수는 식에 의해서 구하였다.

$$C_{TS} = C_{FS} + C_{RM} + C_A + C_{AA}$$

여기서, 잉여저항계수  $C$ 은 모형선과 실선에서 값이 같다고 보았으며, 마찰 저항계수  $C_{FS}$

는 1957 ITTC 상관 곡선을 사용하였다.  $C_A$ 는 모형선-실선 상관수정계수이며,  $C_{AA}$ 는 공기저항계수이다.

#### 결과 및 고찰

제주 연안 해역은 타 지역에 비하여 조업 및 항해구역이 넓고 파도가 높고 거센 특성이 있기 때문에 제주지역의 연안 어민들이 선박의 안정성을 고려하여 1톤 미만의 어선보다는 5톤 이상의 어선들을 더 선호하고 있다. 그리고 연승 어업에 어로 작업의 필수 공간은 낚시 적재 공간이 약 3.0 m<sup>3</sup>이고 작업공간이 약 5.5 m<sup>3</sup>로 합계 8.5 m<sup>3</sup>이며, 채낚기 어업은 어로 작업의 필수 공간만 약 15.0 m<sup>3</sup>가 필요하다.

기능이 상충되는 요소 분석 및 검토 결과 이들 두 업종의 공통 요소로는 기본계획에서 정한 9톤급 규모에서 우선 갑판 하부 구획의 수가 대부분 9 구획 정도가 적합하다. 또한 구획배치면에서는 Fig. 3과 같이 선미로부터 선미창고, 조타실, 선원실, 기관실, 활 어창, 어창, 얼음 창 및 선수창 순으로 거의 유사하다. 그리고 장비 측면에서 두 업종 모두 사이드 드럼을 사용하고

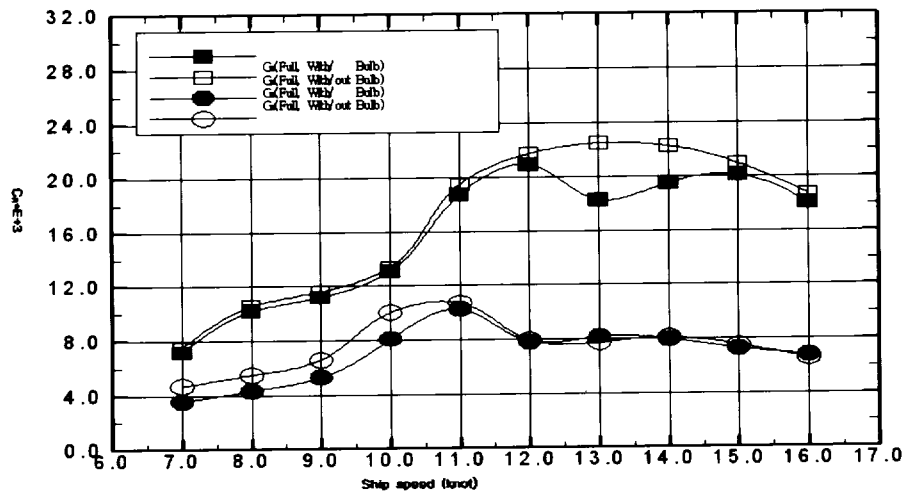


Fig. 6. Residual resistance coefficient( $C_R$ ) at each experimental conditions.

있다. 그러나 작업공간에서는 채낚기가 연승에 비하여 어로 장비가 많고 더 넓은 공간을 필요로 하는 측면이 있다. 따라서 갑판배치는 채낚기 어업을 기준으로 하면 연승어업도 무난할 것으로 판단된다. 또한, 어로장비 측면에서는 연승과 채낚기의 조업시기가 다르기 때문에 연승어업에 필요한 양승기는 채낚기 어업 시에는 필요가 없으므로, 작업편의를 고려하여 쉽게 탈착할 수 있도록 하면 무난할 것이다.

시험 대상선의 선수 벌브 부착유무에 따라 시험상태별 저항시험결과, Fig. 6과 같이 잉여저항계수( $C_R$ )곡선은 실선속력과 대응하여 전체적으로 구상 선수선형이 경사선형에 비해 잉여저항이 감소됨을 알 수 있다. 또한, 만재상태 13knots 근처에서는 다른 속도보다도 구상 선수선형이 경사 선수선형에 비해 저항감소가 상대적으로 크게 나타났다. 이러한 원인은 선수 앞에 일정한 깊이에 잠겨있는 구상 선수선형이 선박이 나갈 때 선체에 의한 파 중에 가장 큰 선수파의 첫 번째 파정과 파저가 중첩되어 선수파를 소멸시킴으로써 조파저항을 줄인 것으로 보이며, 그 영향으로 구상 선수선형이

경사 선수선형에 비해 선체주위의 유체 흐름이 원활하여 선체주위의 박리 및 와류 등에 의한 저항 증가의 요인이 작아진 것에 기인하는 것으로 판단된다.

또한, Fig. 7은 유효마력 비교 곡선을 나타낸 것으로, 시험계측 한 7~15knots 속도범위에서 거의 유사한 경향을 보이고 있으며, 구상 선수선형이 경사 선수선형에 비해 만재 상태에서는 전체 속도구간이 1.0~5.0% 정도, 시운전 상태에서는 1.0% 정도 소요마력 감소비율을 보였다. 한편, G/T 9톤급 제주복합어선의 설계속력을 15knots로 계획한다면, 만재상태에서는 구상 선수선형이 경사 선수선형에 비해 2~3% 정도의 유효마력이 감소되고, 시운전 상태에서는 구상 선수선형이 경사 선수선형에 비해 1.0% 정도 감소됨을 보이고 있다.

## 요 약

본 연구는 제주해역에 복합어업의 실태 조사와 어민 요구사항을 토대로 조업시스템 분석, 구획배치 및 요구 성능을 등을 검토한 결과를

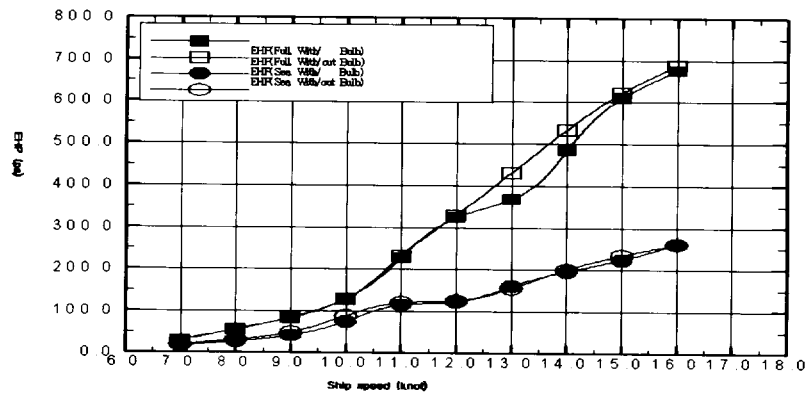


Fig. 7. Compared curves of effective horse power at each experimental conditions.

통해 얻어진 결론을 정리하면 다음과 같다.

복합대상 기존 전용선의 조업시스템 분석과 유사 실적선의 자료를 토대로 기능이 상충되는 요소 분석 및 검토를 통하여 복합어선의 조업시스템을 제시한 결과

첫째, 복합어선의 선형은 어로작업과 연계한 선박의 안전성, 어장의 원거리 화에 따른 고속화 및 제주연안의 특성상 추파에 대한 운동성능을 고려하여 경사형, 구상형 선수의 두 가지 타입의 선형을 개발하였다.

둘째, 경사 선수선형에 대해서는 시제선을 건조하여 해상 시운전 및 복원성능을 시험한 결과, 계획 속력 15knots을 충분히 만족시켰으며, 복원성능 및 기타 조타 성능도 우수한 것으로 나타났다.

셋째, 선형검증은 경사형과 구상형 선형에 대하여 모형시험을 실시하였으며, 그 결과 저항 측면에서는 구상형 선수선형과 경사 선수선형이 거의 유사하고 계획속력인 15knots 이상으로 갈수록 저항이 감소하는 추세이다. 또한 유효마력 측면에서 구상 선수선형이 경사 선수선형에 비해 1~3% 정도 감소됨을 보이고 있다.

### 참고문헌

- Lee, G.J. 1993. 1 Plan of hull form for fishing vessel. The Journal of Korean Fishing Vessel Association, 53: 21-30.
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (MOMAF). 2003. A study on the development plan of hull form and fishing system for the multi-purpose coastal small ship, 245 pp.
- Nishio, S. and I. Tanaka. 1988, 9 Study on separated flow around ships at incidence. J. Kansai Soc. N.A., No.210: 9-18.
- Park, C.H., and Choi, N.K. 2001. Resistance & self-propulsion characteristics of single fleet purse seiner. Proceedings of the Annual Spring Meeting, SNAK, Koje, 19-20: 240-243.
- Sadayoshi Chiaki. 1998. 9 Investigation of the safety margin of an aged FRP boat. J.Kansai Soc.N.A., No.230: 257-262.
- Tahara, Y. 1992. A boundary-element method for calculating free-surfaces flows around a yawed ship. J. Kansai Soc. N.A., No.218: 55-68.