

해양레저용 보급형 모터보트 개발(I)

Development of a Pleasure Public Motor Boat

권수연^{†*}, 정우철^{**}

Soo-Yeon Kwon^{†*}, U-C Jeong^{**}

요 약 문

본 연구는 국내 보급을 위한 해양레저용 모터보트 개발을 목표로 하여 모터보트 개발 전과정에 대한 기반기술을 구축하고자 한다. 이번 호에서는 해양레저에 대한 국내외현황 및 보급을 위한 국내 선호도 조사결과, 개발선의 주요제원의 선정, 선형설계, 모형시험 및 특허출원에 대한 부분에 대해 기술하였다.

※ **Keywords** : 모터보트(Motor Boat), 보급형(Public), 해양레저(Pleasure), 선형(Hull Form)

1. 서 론

소득증대에 따라 여가생활에 대한 관심이 높아지고 이에 따라 낚시 등의 해양레저를 가족단위로 즐기기 위한 수요가 증가되고 있으며, 2008년부터 매년마다 전곡항에서 국제보트쇼가 열리는 등 요트 및 모터보트와 같은 해양레저장비에 대한 지자체의 지원이 증가하기 시작하여 선박 건조자들의 관심이 여객선 및 어선에서 레저를 즐길 수 있는 선박쪽으로 변화해가고 있다.

전국적으로 대규모 마리나 프로젝트가 진행중이므로 국내 요트의 수요증가가 기대되어지나, 국내기업의 도면작성 및 생산기술과 높은 제조가격으로는 경쟁이 어려운 것이 현실이므로 도면개발 및 생산기술에 대한 참고자료가 필요하다.

점차적으로 수요자들의 모터보트 디자인 및 형상에 대한 관심이 증가하고 있기 때문에 모터보트 생산자들은 경쟁력 있는 설계도면을 확보하려 하지만 아직까지 국내에서는 모터보트디자인이 활성화 되어 있지 않아 구하기도 힘들뿐만 아니라

* 선박안전기술공단 기술연구실

** 인하공업전문대학

† 논문주저자

국외와 비교할 때 경쟁력이 없으므로 모터보트의 설계도면에 대한 기술개발이 요구되어지고 있다.

이러한 필요성 때문에 정부부처마다 경쟁이 되어 해양레저보트 및 장비에 대한 연구를 지원해주는 등 지원을 활성화 하고 있으나, 아직까지 실질적으로 연구결과에 대한 기술보급이나 홍보가 되고 있지 않으며, 공공기관과 같은 비영리기관이 아닌 영리기관에서의 연구는 자신의 기관에 대한 이익과 경제성만 중요시하므로 소형조선소와 같은 영세 조선소에 기술보급이 되지 않고 있다.

2. 국내외 현황

2.1 국내현황

최근 몇 년 동안 해양레저보트 및 장비에 대한 기술개발 프로젝트가 기업이나 대학에 의해 다수 진행되고 있으며 해양레저에 대한 관심이 급증하고 있는 추세이다. 수도권에서는 경기도가 2008년부터 매년마다 경기국제보트쇼를 개최하여 보트와 관련 의장품에 대한 전시 및 체험프로그램 등 다양한 프로그램을 통하여 국내에 해양레저에 대한 홍보를 수행하고 있다. 경상도 역시 5회에 걸쳐 대한민국보트쇼를 개최하여 해외 해양레저산업 선진국의 기술자들을 초빙하여 세미나를 개최하는 등 해양레저산업을 활성화시키기 위하여 노력 중이다.

수상레저를 즐기기 위한 모터보트는 소형 조선소에서 건조되어 강이나 호수 등에서 여름철에 해양레저용으로 많이 활용되어지고 있으나 바다에서 낚시 등의 레저 활동을 즐기기 위하여 건조된 모터보트는 선외기, 인테리어 등 관련 기술력이 확보되어

있지 않으므로 건조가 거의 되고 있지 않아 도입에 의존하고 있다.

지자체와 정부의 해양레저에 대한 관심과 지원이 급증하면서 관련 전문가들이 해외에서 개최되는 국제보트쇼 등에 참석하여 건조공법들에 대해 기술자료와 정보들을 간접적으로 습득하고 있으며, 일부 FRP 조선소들의 경우 해외의 요트 선진국의 조선소와 기술교류를 체결하고 기술지원을 받아 신기술을 습득하고 이를 토대로 하여 양질의 요트를 생산하기 위한 노력이 계속되고 있다.

바다에서 낚시 등의 레저를 즐기기 위한 목적으로 모터보트를 개발하고자 하는 사람들이 증가하고 있으나 낚시어선과 유선사업용 선박 사이에 공통으로 포함되어 있는 낚시용 모터보트의 개념과 제도적 적용이 아직까지는 혼란스러운 상황이며, 수요자들의 모터보트 디자인 및 형상에 대한 관심이 증가하고 있으므로 모터보트 생산자들은 경쟁력 있는 설계도면을 확보하려하지만, 국내 모터보트를 제작하는 조선소는 대부분 기존에 FRP 어선을 건조하던 소형조선소들로 영세한 곳이 다수이므로 설계도면개발 등을 지원하기에는 역부족이며 아직까지 국내에서 모터보트디자인이 활성화 되어 있지 않아 모터보트 설계기술이 앞서있는 국외에서도 도면을 사서 건조하는 것으로 충족하고 있다.

현재 국내에서 운항중인 대부분의 레저선박들은 가까운 일본에서 수입한 중고선박이거나, 수입한 레저 선박을 불법으로 복사하여 건조·판매하고 있는 것들로 안전성에 대한 검증이 제대로 이루어지지 않은 관계로 심각한 문제가 야기되기도 한다.

건조실적으로는 2002년 해양수산부(현, 국토해양부)와 한국해양연구원에서는 20ft급(25노트) 보급형 Family 보트와 30ft급 Sailing Yacht

Fig. 1을 자체 기술로 개발하여 국내 레저선박 기술의 차원을 한 단계 끌어올렸으나 실질적으로 보급되지 못하였으며, 공단에서는 쌍동선형 낚시 어선 등을 개발하여 보급한 실적이 있다.



Fig. 1 한국해양연구원 개발 보급형 레저보트

Table 1 국내 레저선박 수요/생산업체가 판단한 국내외 기술비교(평균)

세부 기술분야	기술 수준	최고기술 보유국	세부 기술분야	기술 수준	최고기술 보유국
제품 개발	53	유럽, 일본	요트용 마스트 제작	42	유럽, 일본, 호주, 미국
견적/기본 설계	50	유럽, 일본	위터제트 설계/제작	45	유럽, 일본, 미국
상세설계	46	유럽, 일본	레저선박용 기자재	43	유럽, 일본
선형설계	54	유럽, 일본	마리나 설계 기술	50	유럽, 일본, 호주, 미국
고속선박 엔진	38	유럽, 일본	유체성능 해석	60	미국, 일본, 유럽
FRP 가공 기술	76	유럽, 일본	생산관리	67	일본
선실설계 및 내부 인테리어	54	유럽, 일본	원가관리	69	일본

국내의 중소형 조선소에서는 연간 약 3,000척의 10톤 미만의 어선이 FRP어선으로 교체 신조되고 있으며, 욕조 등 FRP제 대형 생활용품이 해외로 수출되고 있는 점을 고려하면 레저선 건조의 기본이 되는 FRP 가공기술은 어느 정도 확보하고 있다고 판단되나, Table 1에서 보는 바와 같이 그 외의

제품개발, 기본설계, 상세설계, 의장설계 및 각종 기자재 등 전반적인 기술수준은 해외 선진기술 대비 평균 50% 정도인 것으로 추정되고 있다.

최근 해양레저산업에 대한 육성정책과 발맞추어 지속적인 지원을 하고 있으며, 이중 마리나 개발에 대한 사업이 2010년부터 2019년까지 10개권역에 43개소를 개발하는 것으로 계획되어 활발히 추진 중이다.

2.2 국외현황

국외의 경우 해양레저분야도 매우 다양하며 각 나라의 기후에 맞게 많이 발전되어 있으므로 해양 레저를 즐기는 인구도 매우 많다. 또한 해양레저가 매우 활성화 되어있어 그에 따라 해양레저장비에 대한 기술개발이 국내보다 앞서있으며 해양레저가 대중적인 해양레저 선진국에서는 매년마다 Fig. 2의 시드니 국제보트쇼와 같은 여러 보트쇼 등을 개최하고 이를 통해 새로운 기술 및 장비를 선보이고 있는 실정이다.



Fig. 2 시드니 국제 보트쇼

유럽 및 호주의 경우, FRP선박은 몰드를 통한 대량생산으로 이익을 창출하기 때문에 대량으로 신속하게 생산할 수 있도록 Fig. 3과 같은 진공적층공법이 발달되어 있으며, 선박용으로 개발되어진 접착제를 이용하여 모터보트와 같은 소규모 선박의

주선체와 갑판실을 접합하거나 단순한 의장품을 고정시키는데 많이 사용하고 있다. 그러나 진공적층용 재료는 수적층용 재료에 비해 단가가 높기 때문에 경제성을 고려하여, 호주의 경우 10m 미만의 모터보트에는 진공적층공법 보다는 수적층공법을 적용하고 있었으며 일본의 경우에는 국내와 마찬가지로 보트의 크기와는 상관없이 모든 FRP선박에 수적층공법이 사용되고 있다.

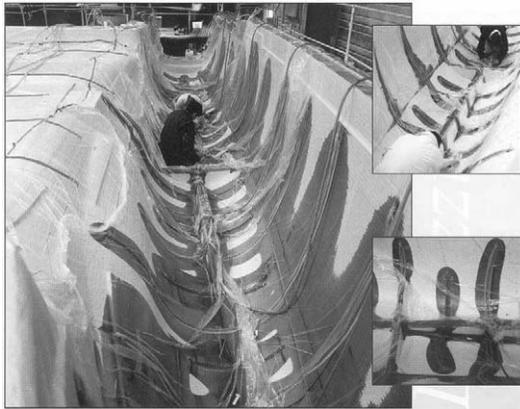


Fig. 3 진공적층공법

본 연구에서는 자료조사를 위하여 호주의 레저 선박 건조 조선소인 SEAWINDCAT을 방문하였다. Fig. 4와 같이 조선소에서는 품질향상을 위한 생산 시스템 및 현장과 관리자의 원활한 의사소통을 위한 시스템이 잘 갖추어져 있어 보트를 건조하는데 보다 효율적일 수 있도록 노력하고 있었다.



Fig. 4 조선소 내부

또한 작업시 먼지나 분진가루 등을 가능한 제거할 수 있도록 작업자의 건강을 고려한 통풍시설을 확보하고 주변을 항상 깨끗하게 정리하도록 하는 등 작업자의 안전을 위해 쾌적한 작업환경을 유지하고 있으며, 건조공정이 분업화 되고 책임제로 운영되며, 건조완료 후 판매되어진 선박에 대해서도 관리매뉴얼을 만들어 보관하고 문제가 생겼을 경우 선박의 매뉴얼을 참고하여 쉽게 대처할 수 있도록 조치하고 있었다.

최상의 내부 인테리어를 위하여 요트 가구제작 업체가 별도로 있어 보트에 대해 전용으로 제작하고 있었으며 품질을 위해 관련 자재에 대한 관리를 엄격히 하고 있었다. 또한 가구로 인한 중량증가를 억제하기 위해 재료를 개발하여 사용하는 등 지속적인 개발을 수행하고 있었다.

보트의 관리를 위한 시설로는 공용 마리나와 사설 마리나로 나누어져 있으며, 이용가격 및 시설의 차이가 크게 조사되었다. 사설 마리나의 경우 요트 클럽, 선박수리소, 카페, 요트 훈련장 등이 갖추어져 있으며 주유시설도 되어있어 고객의 편리함을 도모하고 있었다. Fig. 5는 사설 마리나 내부를 보여주고 있다.



Fig. 5 사설 마리나내 주유 및 선박 수리시설

마리나는 특별하게 만들어진 공간이 아니고 주변과 괴리감 없이 잘 어우러지도록 만들어져 있어 도시환경 측면으로 보았을 때도 매우 바람직하다고

생각이 들며, 한 가지 예로 Fig. 6을 보면, 주택가의 공원앞에 바로 식당 및 마리아나가 위치하고 있어 마리아나가 사람들의 일상생활과 매우 근접하여 있음을 알 수 있다.



Fig. 6 마리아나 주변

해양레저가 활성화 되어있는 해양레저 선진국에서는 사업용으로 레저선박을 사용하기보다는 보통 개인이 해양레저를 즐기 위해 소유하고자 하는 경우가 많으므로 일반인들도 레저선박 관련 지식이 풍부하고 레저선박 디자인이나 관리에 대해 관심이 높게 조사되었다.

3. 기본설계도서 개발

모터보트의 선형설계는 예전부터 해오던 전통적인 방식과 상용프로그램을 이용한 방법 두가지로 생각할 수 있다. 전자는 설계자들이 주요제원 및 마더쉽을 이용하여 2D 소프트웨어를 사용해 선형을 만들고 계산을 반복하여 수정하는 선형설계이며, 후자는 상용소프트웨어에 입력되어있는 DB를 이용하여 활주형인지 세일링인지 항해방법을 구분하고 설계자가 원하는 주요요목을 넣어 자동으로 간편하게 선형을 만들어낸다.

물론 특별한 선형을 만들고자 한다면, 기존의 방법 그대로 선형설계를 수행해야 할 것이며, 상용 소프트웨어의 DB를 이용한다 해도 여러 가지 선형 계수들이 있기 때문에 이에 따라 선형의 특징이

많이 달라질 수 있다.

본 연구에서는 상용소프트웨어에 입력되어있는 DB를 활용하기보다는 선형설계이전에 소형고속선의 특징을 조사하여 분석하고 설문조사를 수행하여 그 결과를 바탕으로 개발선의 개념 및 기본 사항을 결정하고 선형에 대한 개발을 수행하였다.

3.1 주요제원

3.1.1 설문조사

본 연구에서 개발할 보급형 모터보트의 기본 사항을 결정하기 전에, 우선 국내에서 선호하는 모터보트 규모 및 관련 사양들을 알기 위하여 설문 조사를 수행하였다.

설문조사는 총 123명 대상으로 직업 및 나이에 대한 분류는 Fig. 7, Fig. 8과 같다. 본 설문의 결과를 종합하여 보면, 설문자 대부분이 규모는 작되 가격은 저렴하고 가족단위로 즐길 수 있는 피싱용 모터보트를 선호하고 있으며 안정성이 뛰어나고 취사시설 및 침대시설을 갖추기를 희망하고 있음을 알 수 있다.

Table 2에는 설문조사결과를 종합하여 나타내었다.

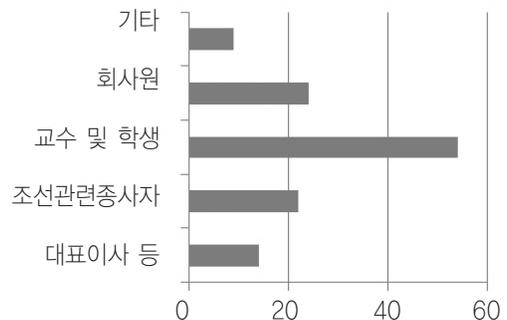


Fig. 7 직업별 분류

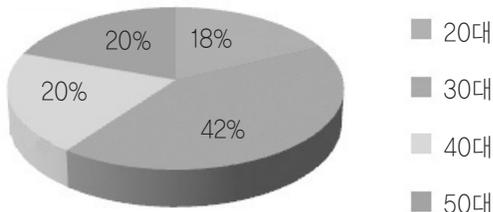


Fig. 8 나이별 분류

Table 2 설문조사 결과

항 목	내 용
길 이	7미터 이상 12미터 미만
승 선 원	4인
적정속력	30knots~35knots
적정가격	1억원 이내
선호시설	취사, 침실, 샤워시설
맞춤형시스템	가격 저렴시 구입
시스템조건	가격, 호환성, 처리속도

3.2 선형개발

3.2.1 주요제원

먼저 해양레저가 발달된 유럽, 일본 등의 모터보트에 대하여 DB작업을 수행하여 주요제원에 대한 추정 곡선을 작성하기로 하였으나, 유럽의 모터보트와 아시아의 모터보트의 선호 용도가 다르고 이에 따른 주요제원의 차이가 많아 정확한 추정곡선을 작성하는데 어려움이 많았다. 따라서 작업한 DB는 참고로 하고 고속정 공학 및 신고속정 공학에 따라 주요제원을 계산하여 결정하였다.

3.2.1.1 추정 배수량

구축된 모터보트 DB를 활용하여 계산을 위한 배수량을 추정하였다. Fig. 9의 그래프에서 X축은 길이이고 Y축은 배수량이다. 앞서 회의결과 길이가 9미터 이상으로 결정하였으므로 이 구간의 배수량은 2.8톤에서 4.0톤 사이에 분포하고 있으며, 추세선의 식으로 배수량을 추정하여 보면 3.5톤 이상으로 계산되어진다. 따라서 배수량 범위를 3톤~4톤으로 결정하여 주요제원에 대한 계산을 수행하였다.

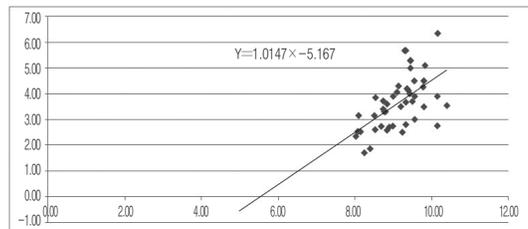


Fig. 9 길이와 배수량의 관계

3.2.1.2 길이

앞에서 추정 배수량의 범위를 3톤~4톤으로 결정하였기 때문에 이 범위에 맞추어 신고속정 공학의 식을 토대로 하여 길이의 범위를 추정하였다.

Fig. 10을 보면, 3에서 4톤 사이에 대한 길이의 범위는 위에 그림에서 선에 둘러싸인 부분이며, 작계는 8.2m부터 크게는 11m까지임을 알 수 있다.

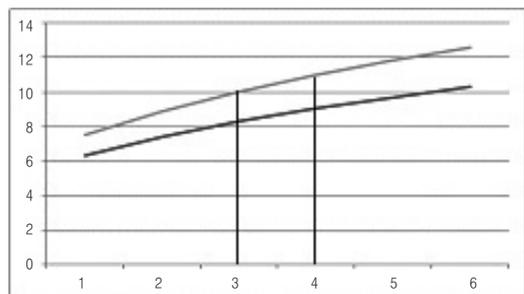


Fig. 10 톤에 대한 길이 범위

본 연구에서는 배수량을 3.5톤 정도로 추정하였기 때문에 이 범위내에서 9.20m로 결정하였다.

3.2.1.3 너비

계산된 길이에 맞추어 고속정 공학과 신고속정 공학의 계산식으로 너비의 범위를 추정하여 보았다. Fig. 11의 그래프와 같이 너비의 범위가 2.1m부터 3.8m까지 나타났다. 따라서 소형선 주요제원 DB 및 계산범위를 고려하여 2.80m로 결정하였다.

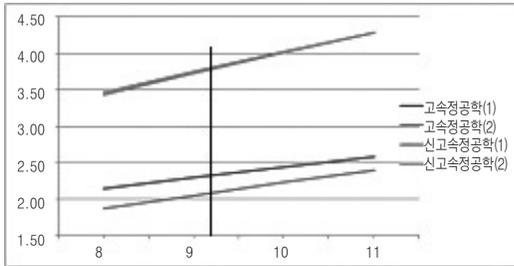


Fig. 11 길이에 대한 너비의 범위

3.2.1.4 깊이

깊이 역시 길이 및 너비에 맞추어 고속정 공학과 신고속정 공학의 계산식으로 너비의 범위를 추정하여 보았다. Fig. 12의 그래프와 같이 깊이의 범위가 0.9m부터 1.95m까지로 나타났으며, 고속정 공학에서 제시되고 있는 너비에 대한 깊이의 식을

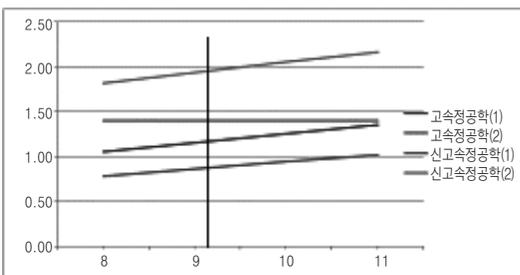


Fig. 12 길이에 대한 깊이의 범위

사용하여 결정된 너비를 넣어 계산해 보면 1.40m로 그래프상의 범위를 만족하고 있다. 따라서 깊이는 1.40m로 결정하였다.

3.2.2 초기선도 작성

정해진 주요제원에 따라 초기선도를 작성하였다. 본 연구에서 개발될 모터보트는 고속선이므로 활주선형으로 결정했으며, 두개의 차인라인으로 구성하였다. 다른 고속선형보다 선미쪽 볼륨을 크게 하여 LCB가 선미쪽에 위치하도록 하고, 선체를 따른 물의 흐름이 좋게 하기 위하여 중앙부에서 선미부까지 폭이 서서히 감소하도록 설계하였다. 전형적인 활주선 형태를 가지고 있으나, 선저에는 최근 일본 Yamaha사에서 채택하고 있는 역차인형 스텝을 채택하였고, 고속선에서 일반적으로 사용하고 있는 Spray strip은 부착되지 않았다. Fig. 13은 초기선도를 보여주고 있다.

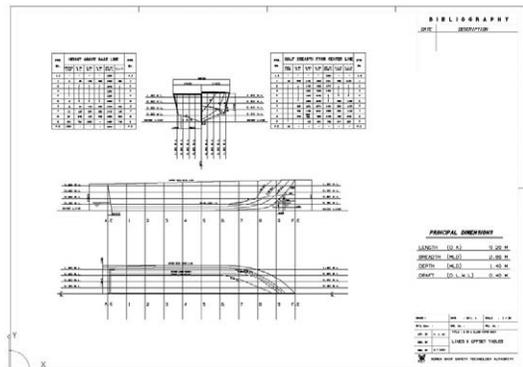


Fig. 13 선도

3.3 모형시험

모형선 제작 및 모형시험은 공단의 기술교류

협력기관인 일본 서일본유체기술연구소의 회류 수조에서 수행하였다.

3.3.1 회류수조

회류수조는 Fig. 14와 같은 형상의 철제관 구조물로 선체를 유리로 된 관측부에 고정하고 물과 강제로 순환시키는 장비이다.



Fig. 14 Schematic view of CWC

3.3.2 모형시험 준비

모형선은 하드우레탄으로 스케일 1/11.5로 계산되어 제작되었다. 14노트~32노트 범위에서 시험이 수행되었으며, 모형선의 크기는 Table 3과 같다.

모형선시험은 Table 4에서 보는 바와 같이 모두 일곱 경우에 대하여 시험이 수행되었으며 모형선 사진은 Fig. 15와 같다.

Table 3 모형선 크기

Condition	Ship	Model
Lpp(m)	9.20	0.80
B(m)	2.80	0.2435
D(m)	1.3	0.113
Disp.(m ³)	3.507	0.002306
d(m)	0.4	0.0348

Table 4 시험조건

Test Case	Remarks
Case-1	Original hull ($\Delta=3.6\text{ton}$)
Case-2	Case-1+Initial trim 1.7°
Case-3	Case-1+Spray strip 1 couple (Large)
Case-4	Case-1+배수량 1톤 증가 ($\Delta=4.6\text{ton}$)
Case-5	Case-3+W/O reverse chine step
Case-6	Case-5+Spray strip 2 couple (Small)+Initial trim 1.7°
Case-7	Case-6+New Fin (DOLFIN)

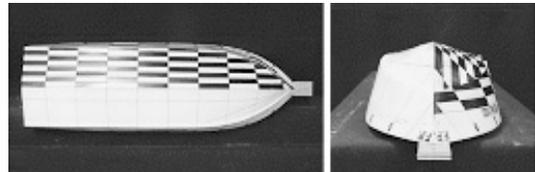


Fig. 15 모형선(Original hull)

3.3.3 모형시험 수행

3.3.3.1 Original hull(Case-1)

첫 번째로 모형선 원형 그대로 이븐상태에서 앞서 말한 시험속력에 대해 시험을 수행하였다. Fig. 16부터 Fig. 19는 가장 시험속력이 낮은 14knots와 최고속력인 32knots에서 시험한 모습이다. 14knots일때보다 32knots에서 선수가 약간 부양하여 파도가 걸리는 부분이 선미쪽으로 이동해 있음을 볼 수 있다.

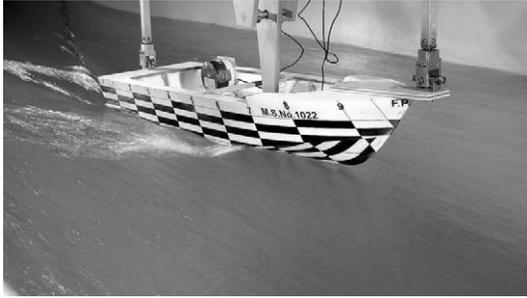


Fig. 16 선수(14knots)



Fig. 17 선미(14knots)

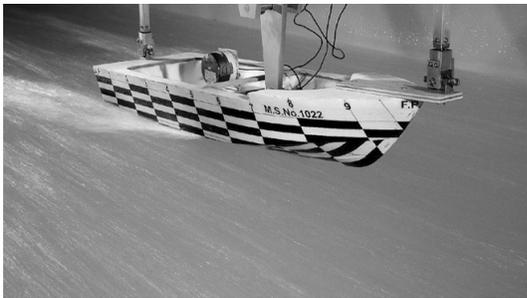


Fig. 18 선수(32knots)

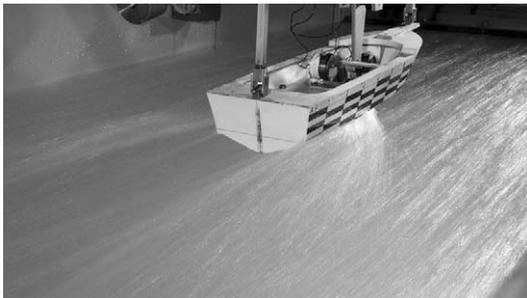


Fig. 19 선미(32knots)

3.3.3.2 1.7° 초기트림상태(Case-2)

초기트림의 영향을 살펴보기 위하여 원형상태에서 선미트림을 강제로 주어 시험을 수행하였다. 시험사진은 Fig. 20 및 Fig. 21과 같다.

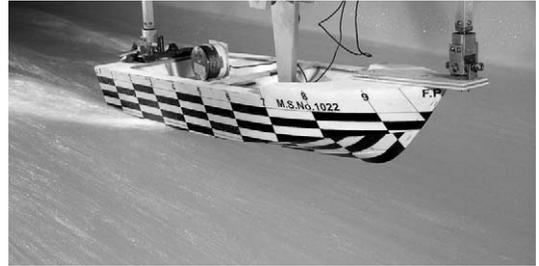


Fig. 20 선수(30knots)



Fig. 21 선미(30knots)

3.3.3.3 Spray strip 1개 부착상태(Case-3)

역차인과 차인 사이에 Spray strip을 1개 부착하여 모형선을 수정하고 시험을 수행하였다. 시험사진은 Fig. 22 및 Fig. 23과 같다.

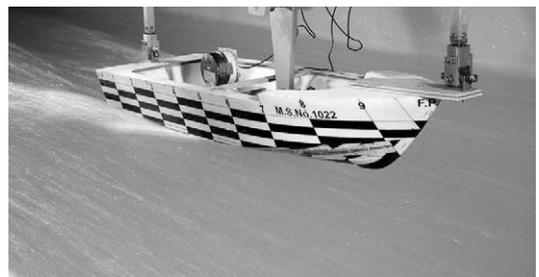


Fig. 22 선수(32knots)



Fig. 23 선미(32knots)

3.3.3.4 배수량 1톤 증가상태(Case-4)

흘수와 차인라인 사이의 거리영향을 분석하기 위하여 Original 선형의 배수량을 1톤 증가시켜 차인과 수선간격을 처음보다 가깝게 하여 모형 시험을 수행하였다. 시험 사진은 Fig. 24 및 Fig. 25와 같다.

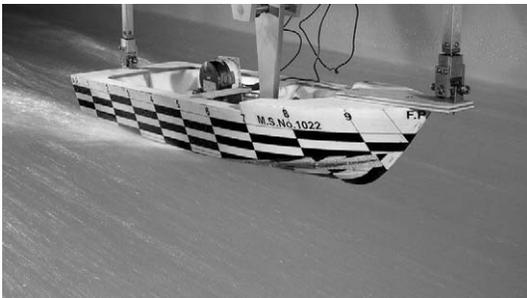


Fig. 24 선수(30knots)



Fig. 25 선미(30Knots)

3.3.3.5 Spray strip 1개 부착 및 역차인 제거상태(Case-5)

모형선에 만들어진 역차인의 영향을 정확히 알아보기 위하여 점토로 역차인을 제거하고 시험을 수행하였다. 시험 사진은 Fig. 26 및 Fig. 27과 같다.



Fig. 26 선미(32knots)

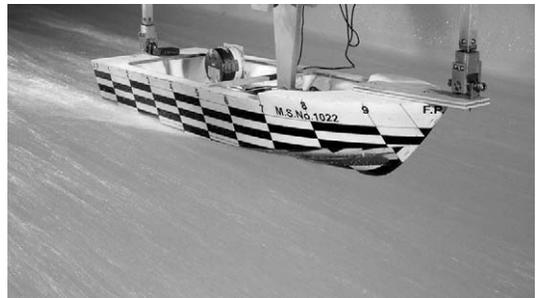


Fig. 27 선수(32knots)

3.3.3.6 Spray strip 2개 부착 상태 (Case-6)

본 모형선에 작용하는 Spray strip 영향을 확인하기 위하여 역차인을 제거한 곳에 Spray strip을 부착하여 총 Spray strip을 2개 부착한 상태에 초기트림 1.7도를 주고 시험을 수행하였다. 시험수행 사진은 Fig. 28에서 Fig. 29와 같다.

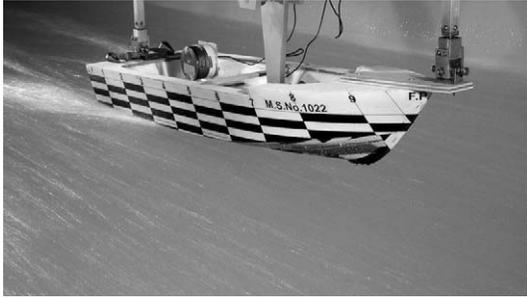


Fig. 28 선수(32knots)

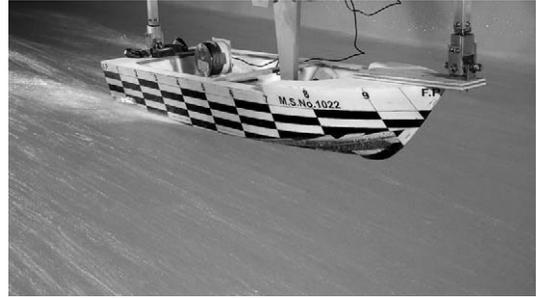


Fig. 30 선수(30knots)



Fig. 29 선미(32knots)



Fig. 31 선미(30knots)

3.3.3.7 Fin 부착상태(Case-7)

일반적으로 고속 활주선은 저중속 영역에서 트림이 크게 발생하면서 저항이 증가하다가 고속 영역에 도달하면서 점차 트림이 감소하면서 안정된 활주상태에 도달하게 된다. 중속상태에서 선수에 파도가 올 경우, 과도한 선미트림으로 종방향 운동이 커져 승선감이 떨어지게 되고 때로는 전복 되는 위험한 상황을 초래하게 된다. 따라서 이러한 과도한 선미트림을 억제하기 위하여 신개념의 날개(Fin)를 선미에 부착하여 그 성능을 검증 하였다. 이 날개를 DOLFIN이라 명명하였다. DOLFIN은 Case-6에 부착하였고, 그 때의 파형과 Fin 주위의 유동현상을 Fig. 30부터 Fig. 32에 나타내었다.

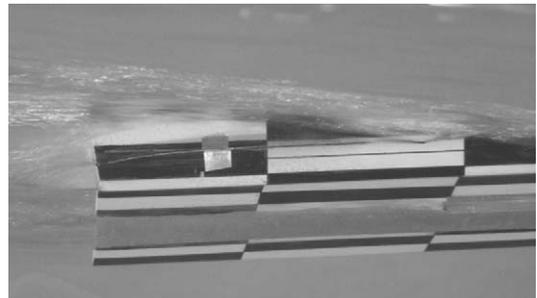


Fig. 32 Fin주위 유동

3.3.4 모형시험 결과

3.3.4.1 항주 트림각

본선은 F_n 에 따른 트림각이 크게 변화하고 있지 않음을 Fig. 33의 그래프를 통해 알 수 있다. 저속과 고속에서의 항주상태가 크게 변화하지

않으므로 매우 안정적이라고 할 수 있겠다. Original hull의 시험결과를 살펴보면 성능시험을 위해 선박을 수정하면서 시험한 다른 여러 상태들의 결과보다 트림각의 변화가 매우 작다는 것을 한눈에 알 수 있다.

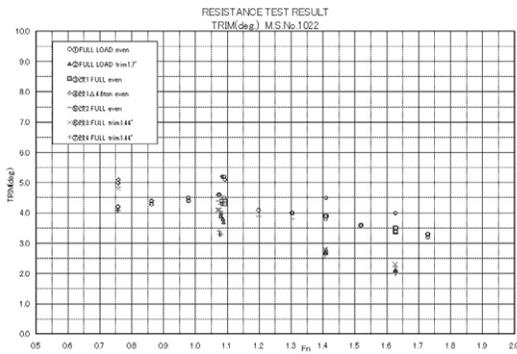


Fig. 33 각 시험상태에 따른 Fn와 Trim angle의 관계

3.3.4.2 침하량

Fig. 34부터 Fig. 36에 나타난 선미 침하량을 살펴보면 고속으로 갈수록 양력을 받아 뜨면서 침하량이 상방향으로 큰 값을 가져야 하는데, 앞에서 살펴본 바와같이 항주트림각의 변화가 크지 않으므로 침하량도 상방향으로 큰 값을 갖지 않고 있다.

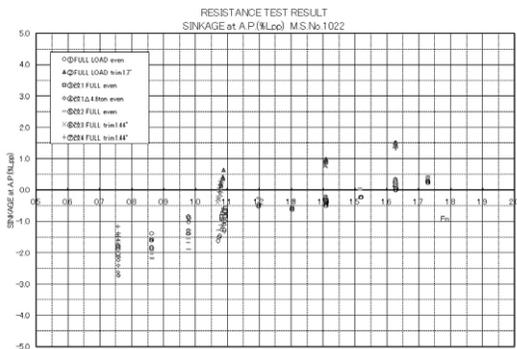


Fig. 34 각 시험상태에 대한 Fn와 선미침하량의 관계

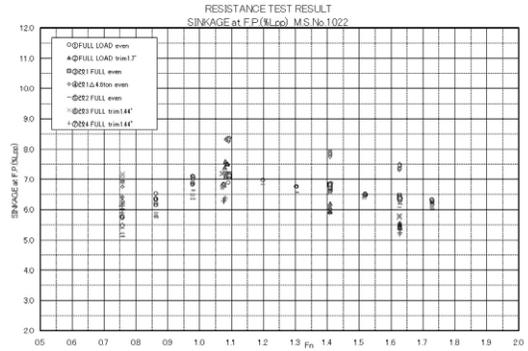


Fig. 35 각 시험상태에 대한 Fn와 선수침하량의 관계

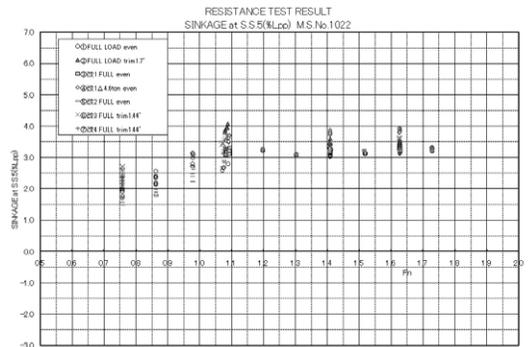


Fig. 36 각 시험상태에 대한 Fn와 station no. 5의 침하량 관계

3.3.4.3 저항성능

각 시험상태에 따른 배수용적당 저항값을 나타내어 비교를 하였다. Fig. 37 및 Fig. 38를 보면,

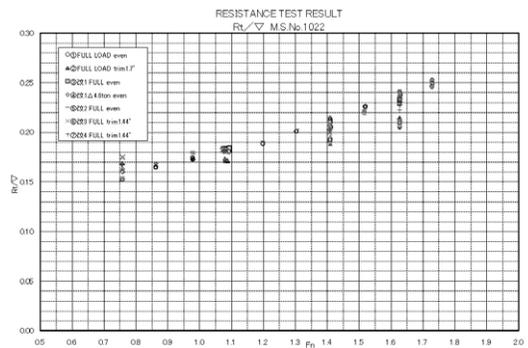


Fig. 37 각 시험상태에 대한 Fn와 Rt/▽의 관계

Original hull의 경우 다른 시험상태에 비해 고속으로 갈수록 저항값이 커지는 것을 볼 수 있다.

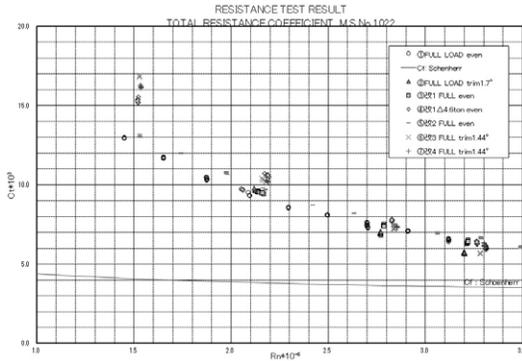


Fig. 38 각 시험상태에 대한 Rn와 Ct의 관계

3.3.5 결과 분석

모형시험에서 얻은 결과를 가지고, 본 연구에서 개발된 선형에 대해 분석을 수행하였다. 보다 확실한 성능분석을 위하여 규모가 비슷한 유사 실적선의 자료들을 수집하여 비교하여 보았다.

3.3.5.1 항주트림 angle

우선 항주트림 angle에 대하여 살펴보았다. 일반적으로 기존 고속선의 실험결과를 보면 20노트 근방에서 약 7~8도 정도의 가장 큰 트림을 가지며, 속도가 증가할수록 점차 감소하는 경향을 보임. 30노트 기준 약 4도 내외의 값을 가진다. Fig. 39에서 모델A의 경우 저속에서 약 8°이고 고속에서 약 4.5°로 3.5° 정도 차이가 있는 것으로 나타났으며, 모델B의 경우 저속에서 약 5°, 고속에서 약 2°로 약 3° 정도 차이가 있다. 이에 반해 KST Hull의 경우 저속에서 약 4.4°, 고속에서 약 3.2°로 약 1.2° 정도로, 타선박의 저속, 고속에서의 트림각 차이의 약 40% 내외로 나타나는 것을 확인할 수 있다.

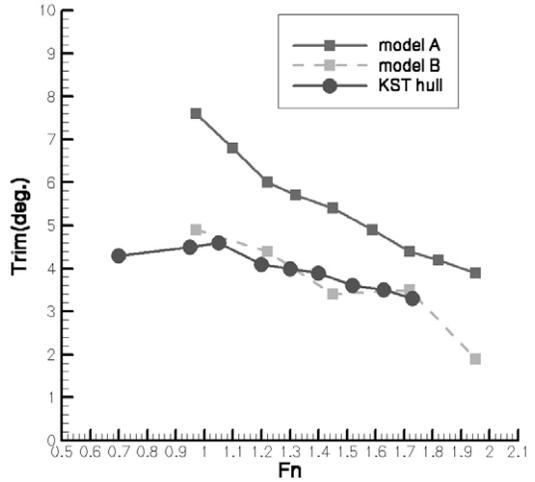


Fig. 39 타 고속선과의 Fn-Trim angle 관계 비교

3.3.5.2 저항성능

유사 실적선의 저항값들과 배수용적을 조사하여 아래의 Table 5에서 비교하여 보았다. Table 5에서 보는 바와 같이, 배수용적은 original hull이 가장 작게 나타났으며, 배수용적당 저항값은 다른 실적선들과의 차이가 약 10%~25% 정도로 가장 큰 값을 갖고 있었다. 이런 결과의 주요원인은 앞에서 보았듯이 항주트림 angle이 너무 작은 관계로 상방향 Sinkage가 작게 발생하고 이로 인하여 저항성능도 유사실적선에 비해 비교적 높은편으로 나타났다.

유사실적선들의 LCG의 위치를 계산하여 같이 비교하였다. Table 5를 보면, 본 개발선의 Lcg가 Lwl의 약 36% 정도로 유사 실적선에 비하여 선미 배수량이 비교적 큰 편이다. 따라서 선미에 작용하는 부력이 큰 관계로 전반적인 선미 트림이 작게 발생하는 것으로 판단되며, 전반적인 트림변화가 작은 관계로 운항안정성(쾌적성)은 뛰어난 것으로 판단되어진다.

Table 5 유사 실적선과 저항성능 비교(30노트 기준)

Model No.	▽(Ton)	Rt(g)	Rt/▽	Lcb(%)
가	4.6	720	0.21	39.7
나	5.5	1,020	0.19	42.7
다	5.2	820	0.18	42.9
라	4.5	740	0.19	42.6
Original Hull	3.6	550	0.24	35.8

Fig. 40에는 실험에서 얻어진 EHP값을 토대로 하여 BHP곡선을 작성하여 설계속도에서 필요한 엔진마력을 확인하였다. 배수용적당 저항값은 유사실적선에 비해 차이가 있었지만, BHP의 경우 model A와는 거의 일치하였으며 model B와는 8.4%의 차이를 나타내었고, 설계시 계획된 엔진 마력인 250마력 1기 사용이 가능함을 확인할 수 있었다.

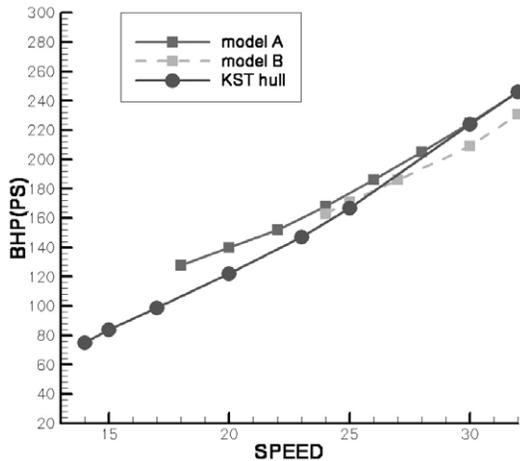


Fig. 40 BHP curve

3.3.5.3 차인과 흘수와의 거리

Original hull보다 배수량과 침수표면적이 증가한 관계로 저항값(Rt)은 증가하여 나타났다.

Rt/▽는 저속에서는 약간 증가하였으나, 고속으로 가면서 점차 감소하는 경향을 보이고 있으며, 트림은 약 0.5도~1도 정도 증가하는 경향을 보였다. 따라서 상방향 Sinkage도 증가하는 경향을 보였다. Sinkage가 증가하는 원인은 활주시 수면에 노출된 차인의 길이가 달라지고, 이 차인에 작용하는 유체력이 변하기 때문으로 판단되어진다. 따라서 차인과 흘수와의 간격이 중요한 설계변수로 판단 되어진다.

3.3.5.4 기타

○ 역차인의 영향

본 개발선은 역차인형 Step을 선수에서 선미까지 걸쳐 설치하였으며 이를 점토로 매우고 시험을 수행한 결과, 매우기 전의 성능과 차이가 없었다.

○ Spray strip의 영향

초기에는 Spray strip을 설치하지 않고 시험 하였으며 Spray strip의 영향을 알기위하여 통상적인 고속선과 유사한 Spray strip을 2개 부착하여 시험한 결과와 비교했을 시 성능에는 큰 변화가 없었다.

○ Fin의 영향

DOLFIN을 부착한 경우 전반적인 Sinkage는 상승한다. 즉 선체가 부상되는 경향을 보인다. 속도가 증가하면서 선미는 상승하고 선수는 하락하는 경향을 보이면서 트림이 감소하는 경향이다. 이는 선미에 부착된 Fin의 영향으로 선수에 파랑이 올 경우 종방향 안정성이 확보되고 있음을 보이고 있다.

3.4 특허출원

3.4.1 특허소개

3.4.1.1 모형시험

운항안전성 확보를 위한 모형시험으로, Fin을 제작하고 모형선에 설치하여 모형시험을 수행하였다. Fin은 물고기의 지느러미형상을 가지며 길이는 A.P부터 Station 1.5까지로 제작하여 양현 선미부에 부착하였다.

Fin에 대한 성능시험을 수행하기전에 수행한 개발선형에 대한 모형시험 결과, 개발선형이 다른 고속선에 비해 저속역과 고속역에서 트림앵글이 크게 차이가 나지 않으므로 Fin의 성능을 확실하게 검토할 수 없다고 판단되었다. 따라서 개발선에 강제트림을 주고 Fin에 대한 성능시험을 수행하였다.

Fig. 41은 모형선에 Fin을 부착한 모습이다.

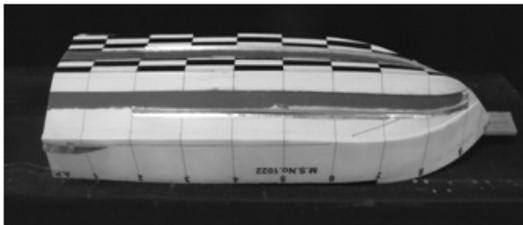


Fig. 41 Fin을 부착한 모형선

3.5.1.2 시험 결과

Fin을 부착하여 11knots부터 설계속도까지 모형시험을 수행하였다.

Fig. 42를 보면 Fin의 효과로 인하여 개발선의 저항치가 약 6%정도 감소한 것을 볼 수 있다. 이는 강제트림을 주었기 때문에 트림angle에 대한

시험결과가 일반적인 고속선과 비슷하게 나타나도록 한 상태에서, 여기에 Fin을 부착하여 저속과 고속에서의 트림angle차이가 적도록 항주자세를 잡아주어 운항안정성을 증가시키고 더불어 저항치까지 감소시킬 수 있다는 결과를 나타내는 것이다.

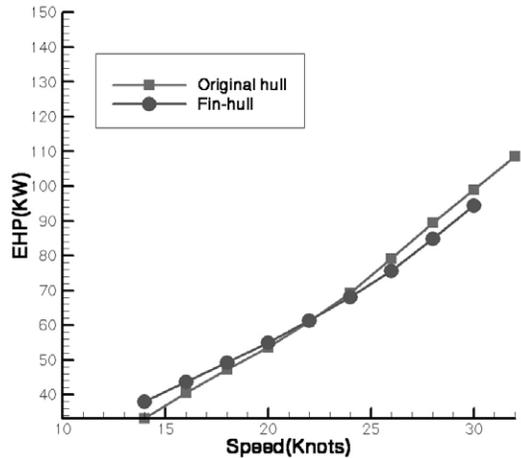


Fig. 42 개발선형과 Fin부착선형의 EHP 비교

Fig. 42은 Fin을 부착하고 모형시험을 수행했을 때 Fin에 따른 유동의 흐름을 보여주고 있다. 유체가 Fin에 부딪쳐 강제로 아래로 꺾이면서 힘을 받아 유동의 흐름이 변화되어지고 있다. 이렇듯이 Fin은 유체의 힘을 받았을 때 효과를 볼 수 있으므로 Fin의 두께나 길이 등의 크기는 각 상태에 따라 유체의 힘에 견딜 수 있는 정도로 제작되어야 함을 나타낸다.

3.5.1.3 특허출원

- 특허출원번호 : 10-2011-0054420
- 특허출원명 : 고속선의 운항 안정성 향상을 위한 DOLFIN(Dynamic pOsition controL - Fin)

현재 Fin의 특허출원 후 국내외 관련 특허에 대한 심사를 받아 특허등록을 완료한 상태이다.

발송번호: 9-5-2011-063933518 수신 서울 강남구 역삼동 823-14 신원빌딩 5층
 발송일자: 2011.11.01 (테크발국제특허법률사무소)
 김홍진 135-080

YOUR INVENTION PARTNER
특 허 청
특허결정서

출원인명	칭	선박안전기술공단 (출원인코드: 220050340016)
주 소	스	인천시 연수구 송도동 7-50번지
대리인명	칭	김홍진
주 소	스	서울 강남구 역삼동 823-14 신원빌딩 5층 (테크발국제특허법률사무소)
발명자성명	명	권수연
주 소	스	인천광역시 남동구 간석2동 금호여울하이마트 118-1102
발명자성명	명	나형진
주 소	스	경기도 시흥시 대야동 332-13 국동아파트 101-602
발명자성명	명	홍기섭
주 소	스	인천광역시 연수구 송도동 성지아파트 112-504
출원번호	호	10-2011-0054420
발명 의 명 칭	칭	고속활주선의 운항 안정성을 향상시킨 들판
명 구 항 수	수	4

이 출원에 대하여 특허법 제66조에 따라 특허결정합니다.
 (특허권은 특허료를 납부하여 특허법 제87조에 따라 실정등록을 받음으로써 발생하게 됩니다.)

【특기사항】
 이 건 발명의 선출원에 대한 검색은 2011.10.31 까지 출원된 자료를 대상으로 하였으며, 이 날짜 이후 조약우선권 주장을 통해 신입하는 출원에 의한 특허법 제29조제3항 및 제4항 또는 제36조제1항 내지 제3항 위반 여부는 판단하지 아니하였습니다. 끝.

【참고문헌】
 1. JP03213487 A
 2. US20110030607 A1
 3. US7631609 B1
 4. US952678 A

본 연구는 2011년도 자체연구사업에 의해 2011년 12월까지 진행된 연구로, 이번호에서는 해양레저에 대한 국내외현황 및 보급을 위한 국내 선호도 조사결과, 개발선의 주요제원의 선정, 선형설계, 모형시험 및 특허출원에 대한 부분에 대해서만 기술하였으며, 다음호에서 일반배치 및 구조도면 개발, 구조계산, 구조해석 및 맞춤형시스템에 대한 소개를 다룰 예정이다.

참 고 문 헌

- (1) S. Niwa : “高速艇工學”, 丹艇協會出版部, 1971.
- (2) D. Savitsky : “A Re-evaluation of the Planing Hull Form”, AIAA Report No. 2028, Advanced Marine Vehicles Conference, 1979.
- (3) H. E. Saunders : “Hydrodynamics in Ship Design”, Vol. 2, SNAME, 1957.
- (4) M. Komatsu and M. Yamaguchi : “Resistance and Propulsion of High Speed Craft”, 高速艇과 性能 Symposium, 日本造船學會, pp 75-118, 1989.
- (5) 구종도, 최선웅, 제병렬 : “고속정의 선형특성에 관한 연구”, 대한조선학회 추계학술대회는 문집, 1999.
- (6) 선박기술안전공단, “강화플라스틱(FRP)선의 구조기준”, 2009. 9.
- (7) International Organization for Standardization, “Small craft - part5”, 2008.
- (8) Korean Register, “고속경구조선 규칙”, 2011.

후 기

본 연구는 선박안전기술공단에서 2011년도 자체연구사업으로 추진하였음을 밝힙니다.