

6m급 RIB형 레저보트 개발에 관한 연구

김형민⁺·서성부⁺⁺·고정남⁺⁺⁺

A study on the development of 6m Rigid Inflatable Leisure Boat

Hyoung-Min Kim⁺, Sung-Bu Suh⁺⁺, Jung-Nam Ko⁺⁺⁺

Abstract : RIB(Rigid Inflatable Boat)형 보트는 내구성 선체, 팽창식 선측튜브를 적용한 고속 다목적보트로 뛰어난 내항성능과 높은 안전성으로 해외 선진국에서는 해양레저 활동에 적합한 신개념 고부가가치 보트로 각광받고 있으나 국내에는 레저용 RIB 보트의 제작 및 기술개발 실적이 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 고속이면서도 안정성 및 편의성을 고려한 레저용 RIB의 최적선형 설계 및 공간배치 연구, 하이파론 선측튜브 설계, 조선학적 제계산을 통한 주요성능 검토 등을 통하여 최근 급증하고 있는 해양레저 수요에 대응한 6m급 RIB형 레저보트를 개발하고자 하였다.

Key words : Rigid Inflatable Boat(RIB형 선박), Leisure boat(레저보트), Inflatable tube(선측튜브)

1. 서론

최근 우리나라는 주 5일 근무제의 확산, 국민소득 증대, 삶의 질에 향상에 대한 관심이 고조되면서 여가선용에 대한 수요가 가일층 증가하고 있다. 특히, 육상레저 시설의 포화로 해양 레저에 대한 관심이 높아지면서, 해양 레저 활동의 주요 수단인 레저 선박에 대한 수요도 지속적으로 증가하고 있다.

특히, GRP 선체, 하이파론 튜브, 자가복원시스템을 적용한 RIB.(Rigid Inflatable Boat)형 보트는 뛰어난 내항성능과 높은 안전성이 입증되면서, 해외 선진국에서는 해양레저 활동에 적합한 신개념 고부가가치 보트로 RIB형 보트를 선호, 그 수요가 급증하고 있으며 지속적인 선형개발 및 관련 요소기술 연구를 통해 다양한 제품개발에 주력하고 있다.

한편, 국내 RIB형 보트는 일부업체에서 연안 및 경계 수역의 군, 관 작전용 작업정에 한하여 제작을 시도하고 있으나, 업체의 기술인력 부재와 영세성으로

인해 자체개발이 이뤄지지 못하고 선형몰드 대부분을 거의 수입에 의존하고 있으며, 레저용 RIB 보트의 제작 및 기술개발 실적은 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 고속이면서도 안정성 및 편의성을 고려한 레저용 RIB의 최적선형 설계 및 공간배치 연구, 하이파론 선측튜브 설계, 조선학적 제계산을 통한 주요성능 검토 등을 통하여 최근 급증하고 있는 해양레저 수요에 대응한 6m급 RIB형 레저보트를 개발하고자 하였다.

2. RIB형 레저보트 특성

2.1 RIB의 개요

RIB란 'Rigid Inflatable Boat'의 약어로서 FRP, 알루미늄 등의 내구성 재질(Rigid)의 선체에 공기팽창 튜브(Inflatable tube)를 선측에 부착한 형태의 다목적 고속보트를 말한다. 국내에서는 일명 '콤포보

+ 김형민(중소조선연구원 해양레저장비개발센터), E-mail:hmkim@rims.re.kr, Tel: 051)831-0123

++ 서성부, 중소조선연구원 해양레저장비개발센터

+++ 고정남, 한남조선

트(Combi Boat)', '오투기정'이라고 칭하기도 한다.

현재의 RIB 형태는 1960년 평평한 선체의 균용 고무보트의 단점을 보완하기 위해 처음 미국에서 개발되었다. 그 당시 평평한 선체의 고무보트는 고무보트의 유연한 소재 특성으로 파도의 충격을 흡수하는 구조와 훌륭한 방현재(공기부트) 형태로 해상 구조작업에 최적의 보트로 인정받고 있었으나 보트선속이 낮고 승선감이 좋지 못해 거친 해상에서는 그 활용성이 떨어졌으며, 고무소재의 선저 부분의 마모와 찢어짐이 많았다.

이러한 고무보트의 단점을 보완하고자 내구성 있는 선체와 고무팽창 선측튜브를 결합한 형태의 RIB가 탄생하게 되었다. RIB는 그동안 많은 변화와 발전이 있었으며, 많은 국가에서 고무보트보다는 침로 안정성, 속력성능 등이 우수하고, 단일의 내구성 재질 선박에 비해서는 복원성능이 뛰어난 것으로 평가받고 있다.

현재 전천후 날씨에서 운용이 가능한 65ft급 대형 구조정을 비롯하여, 함정용 탐재정, 특수부대 해상 침투정으로 널리 사용되고 있으며, 최근 들어 해양레저 용도로 그 활용도가 가일층 증가하는 추세이다.

2.2 RIB형 레저보트

레저 보트분야에서는 수상스키 보트, 패러세일 보트, 다이빙 보트, 경주정 등에 RIB형태가 적용되고 있으며, 사용자가 직접 조립설명의 일정한 순서에 따라 선체부품을 조립하면 보트가 완성되는 조립식 Semi Rigid 보트 등도 등장하고 있다.

2.2.1 RIB형 레저보트의 특징

1) 보트의 선체는 FRP, 알루미늄, 복합소재 등 다양한 선질로 제작되며, 폴 스프레이 라인, 풍부한 선수 시어라인을 가진 DEEP V형 선형이 주류이다.

2) 보트정박 중 충돌 등의 외부 충격으로부터 선체 보호와 예비부력 확보역할을 하는 선측튜브를 장착하고 있어 파고 4m 이내의 극심한 해상상태에서도 보트의 전복, 침몰 가능성이 적다.

3) 우수한 복원성능으로 다양한 레저활동 지원 장치 및 프레임 탑재가 가능하고 싱글, 투인 아웃보드 모터와 인보드 엔진, 워터제트 적용이 용이하다.

2.2.2 RIB형 레저보트 유형

현재 국내외에서 판매되고 있는 RIB형 모터보트 및 레저 보트를 유형별로 살펴보면 Table 1과 같다.

Table 1 RIB type for leisure

유형	특 징
스포츠 보트	·RIB형 레저보트의 가장 보편적인 형태로 해양 관광영업을 하기에 가장 적합한 유형
수상스키 보트	·견인(towing) 목적으로 높은 엔진마력과 낮은 피치의 프로펠러 장착, 수상스키 전용보트
크루즈 보트	·스포츠형 보다 대형으로 캐빈과 선실을 갖추고 있으며 크루징과 낚시 등의 목적으로 이용
스피드 보트	·최고속도 100mph(약 시속 180키로)에 달하는 RIB형 모터보트
낚시 보트	·망루대식 조정식으로 하여 멀리 내다볼 수 있도록 설계
다이빙 보트	·하중이 많이 실리는 다이빙 장비와 다이버의 잦은 중량이동에도 보트의 안전성을 확보



Fig. 1 Typical leisure RIB for Sports

3. 개념설계

3.1 기본 계획

RIB형 레저보트의 국내외 실적선 자료를 조사 분석 하였으며, 이를 토대로 계획선의 운용개념, 운항조건, 요구성능을 설정하고 개념설계를 수행하였다.

본 계획선의 개념설계는 전장(LOA) 6m급에 적합한 유사실적선 자료조사를 통해 개략주요치수를 설정하고, 주요 의장품 최적배치, 선속의 고속화 등에 초점을 두고 요구성능과 운항조건에 맞추어 개략 선형을 설계하였다. 개발선의 개념설계를 수행하기 위한 기본계획은 다음과 같다.

- 1) 용도 : 스포츠형 다목적 레저보트
- 2) 항해구역 : 평수구역으로부터 최고속력
으로 2시간이내 왕복가능 구역
- 3) 선질 : FRP 선체, 하이파론 선축튜브
- 4) 속력 : (시운전 최대출력) 약 40 knot,
(항해속력) 약 35 knot
- 5) 주기관 : 250ps×5800rpm×Jetdrive 1SET
- 6) 승선원 : 5명
- 7) 적용법규 : 선박안전법, FRP선의 선체구조
기준, 수상레저안전법 등

3.2 주요치수 선정

실적선의 주요목 범위 비교를 통하여 개발 RIB 보트의 길이를 6m에 고정하고 선형의 단면형상은 Savitsky, Tanaka가 제안에 따라 $F_n = 1.5 \sim 4.0$ 범위로 단면형상을 활주형선 개념을 도입하였다.

고속 활주선의 경우 길이·폭 비(Loa/B)가 5.0 이상일 때 저항이 현저히 감소하는 경향을 보이고 있으나 이 조건을 만족시킬 경우 본 대상선박의 선체 폭은 1.2m 이내로 작게 되어 항요 안정성이 나빠질 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 복원성 및 배치측면을 고려하고, 최근 실적자료 조사결과로서 제안한 경험식 등을 바탕으로 하여 흘수선에서의 선체 폭은 2.3m 정도로서 결정하였다.

$$B = 0.65 \sim 0.75 \cdot \text{Loa}^{0.575}$$

선체 깊이와 길이와의 관계는 선체 종강도에 큰 영향을 준다. 종강도를 고려하여 깊이를 크게 하였을 경우에는 선체 중량이 과도하게 되어 추진성능에 좋지 않은 영향을 주게 되므로 적절한 크기를 선정하여야 한다. 개발대상선의 깊이(Depth)는 실적자료로부터 유도한 경험식을 토대로 0.87~1.0m 사이가 되는 0.95m 정도로서 선체 깊이(Depth)를 결정하였다.

$$D = 0.2 \cdot \text{Loa}^{0.8} \text{ 또는 } D = 0.5B$$

이에 개발 RIB의 주요치수는 보트 운항 안정성, 의장품 탑재공간 확보를 고려하여 길이 6m, 폭 2.3m, 깊이 0.98, 흘수 0.35m로 선정하였다.

3.3 경하 중량 및 중심 위치 추정

경하중량과 중량중심의 추정에는 유사실적선의 자

료이용 방법과 직접소요물량을 산출하는 직접계산법이 있다. 본 계획선에는 유사실적선에 대한 경사시험자료와 개략배치, 선도 등의 자료를 검토하여 Table 2와 같이 추정하였다.

Table 2 Estimate value of weight & LCG

항목	WEIGHT (TON)	LCG (M)	L-MOMT (TON-M)	VCG (M)	V-MOMT (TON-M)
경하상태 (MARGIN 3%)	1.2	-0.65	0.78	3.3	2.15

4. 기본설계

4.1 RIB형 레저보트 선형 설계

본 개발선의 선형은 건조의 편리성과 선속의 고속화를 위하여 deep V형의 각선형(Hard Chain) 활주형선으로 선수부분의 경사도를 완만하게 하여 능과성에 유리하도록 하였으며 선수 수절각을 작게하여 조파저항을 감소토록 하였다.

또한 선미형상은 Jet Drive 추진시스템을 장착할 수 있도록 선미 끝단부를 순양함형 트랜섬 선미로 추진효율 및 복원성능이 우수하도록 설계하였다.

승선원의 좌석배치 및 선축튜브 장착 등 제반항목을 종합하여 Fig.2와 같이 선형선도를 작성하였다.

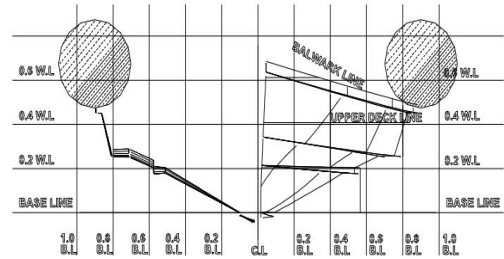


Fig. 2 Midship lines of developed leisure RIB

4.2 구획 배치 설계

개발 RIB는 다양한 해상레저 활동이의 수상택시와 같은 해상관광 수단으로 활용될 수 있도록 승선원의 안전과 편의성, 선박형상의 미적인 부분을 우선적으로 고려하여 설계하였다.

개발 RIB형 레저보트의 구획 배치는 Fig.3과 같이 스피드 위주의 레저 목적에 적합한 기능과 충분한 복원성, 능파성 및 조타성을 가진 단층 갑판선으로 상갑판하의 구획은 선수로부터 선수창고, 연료탱크, 기관실의 순으로 구획 배치하였으며 연료유 탱크는 선체중앙 콘솔박스 아래에 매립식으로 계획하였다.

한편, 콘솔박스 정판상에 알루미늄제 A프레임을 설치하여 각종 항해기 및 수상보드, 차양 등을 장착할 수 있도록 하였으며, Fig.4와 같이 에어쿠션이 적용된 버킷시트를 운전자와 그 뒤 1열 2개 시트에 적용하여 고속 운항시 승선원의 안전과 편의성을 향상시키고자 하였다.

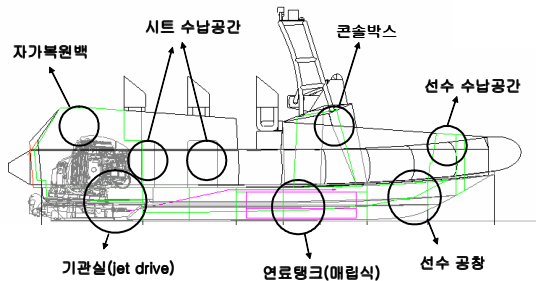


Fig. 3 Structure division of developed leisure RIB

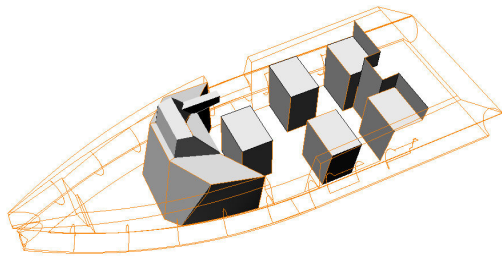


Fig. 4 Arrangement of consol box & seat

4.3 선측 튜브 설계

RIB 선측 튜브의 설계는 예비부력과 외부충격흡수 효과에 초점을 맞추어 이뤄져야 하며 독립된 격실을 가지도록 하여 각각의 챔버가 파손되었을 때도 다른 격실에 영향을 주지 않도록 하여야 한다.

일반적으로 선측 튜브의 직경이 크면 클수록 예비부력과 충격흡수효과가 커지나 그만큼 튜브 자체 무게가 증가하므로 전체 보트에 성능에 악영향을 미칠 수

있다. 이에 최적의 튜브 직경 계산을 다음과 같이 수행하였다.

4.3.1 선측 튜브 챔버(chamber) 구획 설정

선측 튜브의 격실 설계는 팽창식 구멍정의 안전기준에 따라 독립된 5개의 공기 챔버를 갖도록 하고 구획된 1개의 튜브 또는 각각의 용적이 전용적의 60퍼센트를 초과하지 아니하도록 Fig.5와 같이 계획하였다.

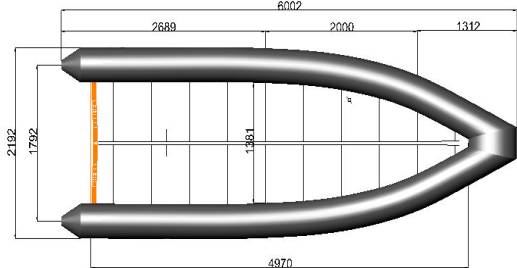


Fig. 5 Design of Inflatable tube chamber

4.3.2 선측 튜브의 최적 용적 및 직경 산출

선측 튜브에 의해 발생하는 부력은 선수 선미의 양현에 고르게 분포되어야 하며 정원 1인당의 중량을 75킬로그램으로 하여 모든 정원이 소정의 위치에 착석하여 있는 경우에 있어서도 전주위에 걸쳐서 양(+)의 부력을 가지도록 계획하였다. 본 개발 RIB의 최대 계획정원은 7명으로 총 중량이 550kg이며, 이에 대응한 튜브의 용적과 용적 중심을 계산한 결과는 Table 3과 같다.

개발 RIB의 총 5개의 챔버중 선측 2개의 챔버가 중량 550kg을 버틸 수 있도록 하기 위해서는 전체 튜브 부력이 1,300 kg이상이어야 하며 이에 대한 튜브 전체용적은 튜브압력을 2.2psi 기준, 설계여유치 10%를 적용하여 1,365 m2 인 것으로 Table 4와 같이 계산되었다. 또한, 부력중심은 선수에서 2.93m 떨어져 있는 것으로 나타났다.

또한, 선측 튜브의 최적 단면적과 튜브직경은 표 31과 같이 각각 0.15m², 0.45m 으로 계산되었으며, 이 수치는 실적선 비교 검토결과 고무보트는 전체 길이의 10~13%, RIB보트는 전체길이의 7~8%의 범위와 일치하고 있어, 6m의 개발선 선측 튜브의 최적 직경을 45cm로 결정하였다.

Table 3 Calculation of Inflatable tube buoyancy

구분	튜브 전체 길이	튜브 부력	튜브 총용적	용적중심
요구치	12.2m	550kg	536 m ³	선수 3.00m
설계치	12.2m	1,400kg	1,365 m ³	선수 2.96m

Table 4 Calculation of Inflatable tube diameter

튜브 전체 길이	팽창압력	튜브단면적	튜브 직경	튜브중량 (하이파론)
12.2m	2.2 psi	0.15 (m ²)	0.45m	110 kg

5. 조선공학적 제계산 검토

국내의 RIB 실적선 자료조사와 개념설계의 결과를 바탕으로 운항상태별 개발대상선의 조선공학적 제계산 등을 다음과 같이 수행하였다.

5.1 Hydrostatic 계산

개발 선형에 대한 배수량(Δ), 부심위치(KB), 침수표면적 등의 조선공학적 유체정역학적 계산 결과치는 Table 5와 같으며, 흘수별 수선면적 분포 및 배수량 곡선은 Fig.6과 Fig.7과 같다.

Table 5 Result of hydrostatic calculation

항 목	계산결과	항 목	계산결과
수선간길이 (M)	5.3	부심 위치 (M)	0.224
폭 (M)	1.8	부면심 위치 (M)	-0.565
깊이 (M)	0.97	횡메타센터 (M)	1.867
흘수 (M)	0.35	침수표면적 (M ²)	9.077
배수량 (Ton)	1,551	방형계수 (Cb)	0.497

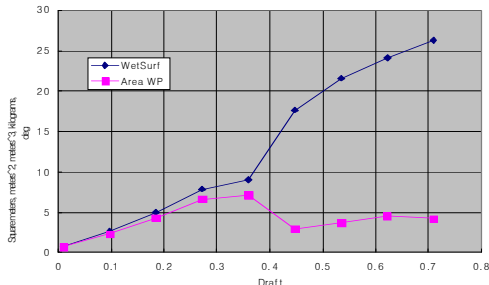


Fig. 6 Wetted surf. and Area cure for developed leisure RIB

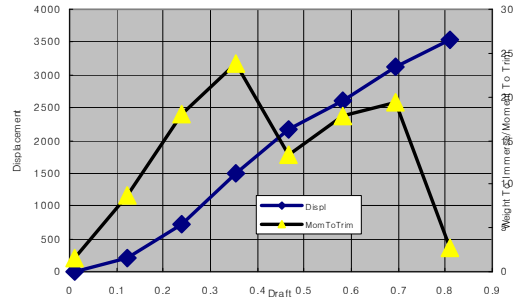


Fig. 7 Displacement cure for developed RIB

유체정역학적 계산결과 계획흘수 0.35m에서의 배수량은 1.55톤, Cb 값은 0.49이며 선측튜브 흘수부터는 침수면적이 급격히 증가하는 RIB의 특성을 잘 나타내고 있음을 알 수 있다.

5.2 Stability 계산

선측튜브가 보트에 미치는 효과를 살펴보기 위해 튜브 미부착 상태와 튜브부착 상태에서의 보트 복원성 계산을 각각 수행하고 그 결과를 Table 6와 같이 비교 검토하였다.

Table 6 Stability for Loading condition

항목	선측튜브미적용		선측튜브 적용	
	경하상태	만재상태	경하상태	만재상태
배수량(TON)	1.090	1.447	1.200	1.557
상당흘수(M)	0.30	0.367	0.325	0.384
선미트림	-0.13	-0.32	-0.15	-0.35
LCG(M)	-0.63	-0.65	-0.60	-0.65
LCF(M)	-0.517	-0.495	-0.519	-0.491
MTC(MTON)	0.021	0.022	0.021	0.022
TPC(TON/cm)	0.07	0.072	0.07	0.073
KMT(M)	1.176	0.920	1.069	0.859
KG(M)	0.41	0.44	0.40	0.43
GM(M)	1.051	0.81	0.941	0.78
판정	만족	만족	만족	만족

개발선의 복원성은 Fig.8과 같이 튜브 미부착 상태에서도 초기복원력 및 복원소멸각도 모두 양호하였으며, 튜브 적용시 선체부력과 거이 동일한 선측튜브 예비부력 확보로 Fig.9와 같이 거의 전복되지 않는 것으로 나타났다.

조선학적 제계산 결과 복원성능 등에서 일반레버보트에 비해 월등한 성능을 확인할 수 있었다.

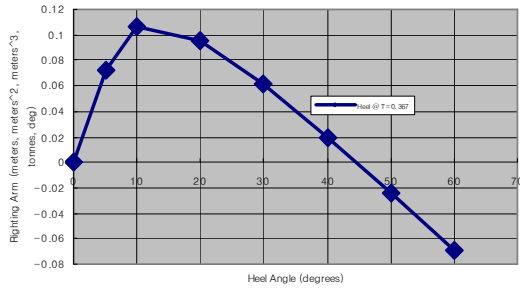


Fig. 8 Stability cure of developed leisure RIB (Condition of only hull part, full load)

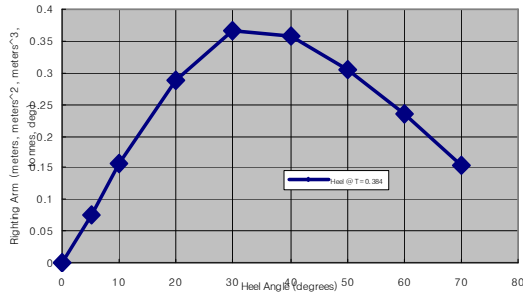


Fig. 9 Stability cure of developed leisure RIB (Condition of tube application, full load)

6. 결론

본 연구를 통해 최근 급증하고 있는 해양레저 수요에 적합한 RIB형 레저보트를 설계하였다. 주요 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 국내의 실적선 자료를 토대로 계획선의 운용개념, 운항조건, 요구성능을 설정하고, RIB보트의 특성을 분석하였다.

2) RIB의 선형 및 구획배치는 다양한 해상레저 활동과 수상택시와 같은 고속의 해상관광 수단으로 활용될 수 있도록 폭 2.3m, 깊이 0.98, 흘수 0.35m의 Deep 'V' multi chine 활주형선으로 하고 갑판 상부에 5명이 탑승할 수 있는 좌석공간과 충분한 수납공간을 확보하였다.

3) RIB 선측튜브의 설계는 여비부력과 외부충격흡수 효과에 초점을 맞추어 수행하였으며, 5개의 독립된 격실로 설계하여 각각의 격실이 파손되었을 때도 다른 격실에 영향을 주지 않도록 하고, 최적의 튜브 용량을 산출하였다.

4) 선측튜브가 보트에 미치는 효과를 살펴보기 위해 튜브 미부착 상태와 튜브부착 상태에서의 보트 복원성 계산을 각각 수행하였으며, 그 결과 복원성능 등에서 일반 레저보트에 비해 월등한 성능을 검증 확인하였다.

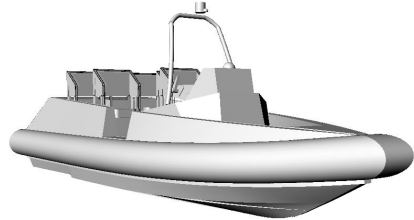


Fig. 10 3D shape(I) of developed leisure RIB

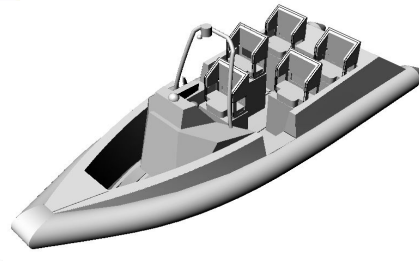


Fig. 11 3D shape(II) of developed leisure RIB

이에 본 연구를 통하여 제시된 6m급 RIB형 레저보트는 여타 규모의 RIB형 보트 개발에 유용한 주요 참고자료로 활용 할 수 있을 것으로 기대한다.

후 기

본 연구는 중소기업청 기술혁신개발사업의 “6m급 RIB형 레저보트 개발”의 일부임을 밝힙니다.

참고문헌

- [1] 김형민 외, “연안 고속 RIB 개발에 관한 연구” 중소기업청 산학연 컨소시엄사업, 2002
- [2] 심상목, 최낙경 외, “동해안 고속낚시어선 개발”, 중소기업청, 2004.
- [3] 제병렬 외, “고속정의 선형특성에 관한 연구”, 대한조선학회 추계논문발표회, 1999.
- [4] Ted Brewer, "Understanding Boat Design", International Marine, 1993.