

해상레저 및 근거리 교통수단으로 활용 가능한 쌍동형 파워보트 개발

강성욱 * · 임용범 * · 정우철 ** · 박찬원 **
* (주) NAVLIGHT , ** 인하공업전문대학 조선과

A Development of Catamaran type Powerboat Applicable to Leisure and Transportation for a Short Distance in the Sea

SUNG-WOOK KANG * , YONG-BUM LIM * , UH-CHEOL JEONG ** AND CHAN-WON PARK **
* NAVLIGHT Inc., ** Dept. of Naval Architecture, Inha Technical College, Incheon 402-752, Korea

KEY WORDS: Water leisure powerboat 해상레저용 파워보트, Catamaran 쌍동선, Tunnel type 터널형태, Stepped bottom 선저단

ABSTRACT: This paper describes the development of catamaran type powerboat applicable to leisure and transportation in the sea. Recently, the increasing prosperity of the leisure population has resulted in an increased popularity and need for recreational equipment such as water leisure powerboat. To satisfy the popularity and the need, catamaran type powerboat is developed applicable to leisure and simultaneously, as a means of transportation for a short distance in the sea through the design using 3-Dimensional modeling method and experiments in circulating water channel.

1. 서 론

국민소득수준의 향상과 산업화의 진전에 따라 지금까지의 내륙위주의 개발에서 제2의 국토공간인 해양에 대한 관심이 증가하고 있으며 이와 관련된 해상레저활동이 활발하게 이루어지고 있다. 특히, 우리나라는 3면이 바다로 둘러싸여져 있고 남해와 서해의 도서지역, 그리고 내륙에 많은 호수와 강이 분포되어 수상레저활동을 위한 좋은 지리적 여건을 갖추었음에도 불구하고 해상 및 수상레저활동을 위한 레저기구, 시설, 제도는 외국의 여러 국가들에 비하여 뒤떨어져 있는 실정이다. 이러한 상황에서 특히 동해안이나 남해안 위주의 해상레저활동이 비교적 활발하게 진행되어왔으나 인천을 중심으로 한 서해중부권의 경우 수도권에 인접한 지리적 여건에도 불구하고 해양레저활동과 관련한 시설 및 기구는 사실상 전무한 상황이다.

최근 인천중심의 서해중부권 개발계획과 관련하여 21세기 동북아 유통의 중심이 될 영종도 신공항의 건설이나 인천항과 연계한 신항만 건설, 송도신도시건설, 용유·무의 관광단지 건설, 옹진군 도서개발 등 해양레저사업과 관련한 계획들이 잇달아 진행되고 있는 현실에서 이러한 개발계획에 따른 국내·외 관광객의 폭발적 증가가 예상되며(인천시 행정자료, 2001) 이로 인한 각종 해상레저활동을 위한 해상레저기구(요트, 파워보트 등) 및 신공항과 육지, 해안관광지역, 기타 도서관광지역을 연

결할 해상교통수단에 대한 수요가 크게 증가할 것으로 예상된다. 따라서, 이러한 관심과 수요를 동시에 충족시키고 그 기대에 부응할 수 있는 해양레저 및 근거리 교통수단으로 활용될 고속 파워보트의 개발은 기존의 내륙중심에서 해양-내륙 연계지향형으로 점차 변화되고 있는 해양문화산업이 본격화될 경우 관련산업의 발전 및 활성화에 큰 공헌을 할 것으로 전망한다.

본 연구에서는 국내 해양레저인구가 점차 증가하고있는 시점에서 이러한 수요와 저변확대에 부응하고, 동시에 근거리 해상교통수단으로 활용이 가능한 쌍동형 고속 소형 파워보트를 개발하여 그 성능을 서일본유체기술연구소의 고속회류수조에 서 모형실험을 통하여 확인하였다.

2. 선 형 개 발

2.1 개발배경 및 필요성

앞서 거론한바와 관련하여 현재 국내 상황에서 해양레저산업 및 해양레저기구의 개발 필요성은 다음과 같은 측면에서 볼 수 있다.

첫 번째, 내륙스포츠 자원의 고갈 및 해양스포츠로의 인구 이동이다. 골프장, 리조트 등의 육지중심형 관광개발로 인하여 그 자원이 이미 고갈상태에 육박해 있는 반면 해양관광분야에

대한 관심은 소홀하였으나 최근 여가수단으로서의 해양레저에 관한 관심과 수요가 증가하고 있다.

두 번째, 해양스포츠 기구의 국내생산성이 매우 희박하다는 것이다. 대부분 국내에 존재하고 있는 해양레저선박(요트, 파워보트 등)은 거의 모든 제품이 외국에서 수입한 제품으로써 국내에서는 아직 요트, 파워보트 등 레저기구를 생산할 수 있는 자체설계 및 제작기술능력이 부족한 상황이다.

세 번째, 앞서 언급한 것처럼 대부분 수입에 의존하는 국내현실로 연간 많은 외화를 지출하면서 해양레저선박을 수입하고 있다. 그러나, 이러한 레저선박을 순수 국내기술력 및 국산자재로 대체한다면 상당한 수입대체효과를 얻을 수 있을 것이다.

네 번째, 기타 인접산업의 발전을 통한 고용창출이다. 현재 중소형 선박을 건조하는 소규모 조선소는 대부분 어선과 같이 부가가치가 낮은 선박수주에 집중하고 있는 상황에서 고부가가치의 레저용 선박건조 및 관련레저산업이 부흥할 경우 중소조선산업 및 관광산업에 활성화가 이루어져 결과적으로 고용창출이 이루어 질 것으로 예상된다.

다섯 번째, 해양관광상품 및 프로그램개발을 통한 관광자원의 확보이다. 최근 해양과 관련한 다양한 유형의 레저관광수요가 급증하고 있으나 이러한 상황에 부응할 만한 상품 및 프로그램 개발은 매우 부족한 현실이며(해양수산부자료, 2001) 이러한 관광상품의 개발을 통해 국민레저의 증진 및 외화 획득에 일익을 담당할 수 있을 것이다.

2.2 개발 흐름도 (Flow Chart)

레저용 선박, 특히 본 연구에서 주제로 삼고 있는 소형 고속 파워보트의 개발은 상이한 용도로 인하여 기존 목적선(어선, 상선 등)과는 개발의 흐름도가 다르게 된다. 이는 수요예측 및 소비자 욕구 충족을 통한 대량생산을 목적으로 하기 때문이며 이를 위해 다음과 같은 과정을 통해 개발을 시도하였다.

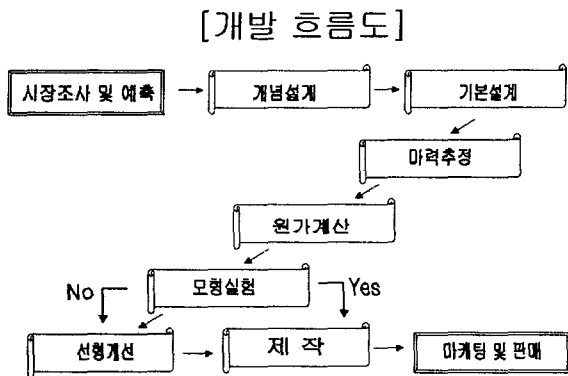


Fig. 1 Flow chart of powerboat development

2.3 개발선형 기본설계

○ 설계변수

파워보트는 그 소비자층 및 용도의 특수성 때문에 개발초기부터

다음과 같은 변수들(Armstrong, 1995).을 감안하여 개발이 수행되었다.

◆ 속도

파워보트는 속도감을 즐기는 해양스포츠의 대명사라 할 수 있으므로 속도의 향상을 위한 노력에 중점을 두었다. 이를 위해 신기술의 응용 및 접목(Stepped bottom, Air ventilation, Tunnel)을 시도하였으며 135마력 선외기 엔진으로 33~35knots의 속도를 낼 수 있도록 개념설계 하였다.

◆ 디자인

파워보트는 고객 기호상품에 해당하므로 디자인에 중점을 두었다. 이를 위하여 각종 의장품에 관한 조사 및 스케치를 통한 여러 개념설계를 수행하였으며 그중 가장 적합한 모델을 선정 하였다.

◆ 안정성

고속으로 주행하고 선회하는 파워보트의 경우, 안전사고(전복, 향로이탈 등)의 발생을 줄이기 위하여 운행 안정성을 감안하였다. 일반적으로 쌍동선은 우수한 선회성 및 적은 횡요(Rolling)를 장점으로 하고있으며, 특히 서해안과 같은 해역조건에 효과적으로 적용할 수 있어 이를 기본선형으로 채택하였다.

◆ 목적성

해양스포츠로는 단지 파워보트 자체의 속도감 이외에도 여러 가지 응용분야가 있을 수 있다. 파라세일링, 워터스키 등이 그러한 것이며 이러한 응용스포츠를 함께 영위하도록 덱(Deck)을 배치하였다.

◆ 가격

파워보트는 고가의 가격으로 인하여 일반인들이 소유하기에는 아직 많은 문제점이 있는 것이 사실이다. 이를 위해 30대 후반 - 40대 초반의 중산층고객의 취향을 고려한 실내디자인, 의장품을 사용하여 수요를 유도하도록 파워보트의 가격에도 신중을 기하였다.

○ 개발선형의 기본설계

앞에서 언급한 다섯 가지의 설계변수를 반영하여 선형개발 방향을 설정하였으며 이를 토대로 덱 형상을 변형, Family model(8인승) 및 Pleasure model(4인승)의 2가지 모델을 개발하였다. 기본 설계된 선형의 특징으로는,

첫 번째, 2단의 선저단(Stepped bottom)을 가지고 있다. 이는 고속 파워보트에서 발생하는 선미트림을 감소시켜 운행안정성을 높이고 침수표면적 감소에 따른 마찰저항을 감소시킴으로서 속도향상을 구현하기 위함이다(Larsson & Eliasson, 2000).

두 번째는, 선저터널을 설치하여 선미유량을 일정하게 유지함으로써 추진효율을 높이도록 하였다(Russell, 2000).

세 번째는, 쌍동선형으로 하였다. 이는 선회성 향상 및 횡요를 감소시키기 위해서이다.

앞서 언급한 설계변수 및 선형특징을 토대로 개발된 선형의 주요 요목은 Table 1과 같으며, Fig. 2와 Fig. 3은 이를 토대로 3차원 모델링을 수행한 결과이다.

Table 1. Principle dimension of designed powerboat

주요목	제 원
L.O.A	5.43m
Beam	2.26m
Depth	0.93m
Draft	0.26m
Displacement	1.006 ton
Wetted Surface	12.05m ²
Fuel Tank	200 ℓ
Design speed	33 - 35 knot
소요마력	135 마력
승선인원	4 ~ 5 명

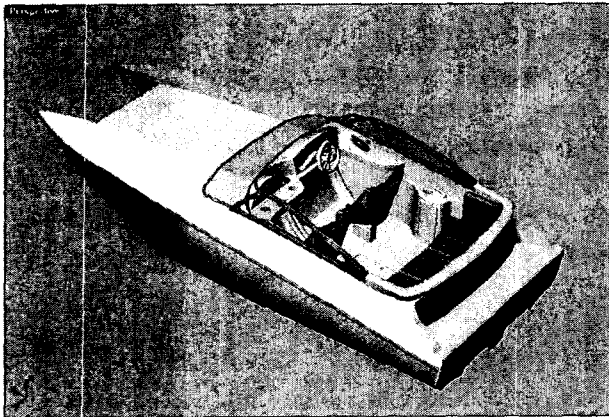


Fig. 2 Typical example of 3-Dimensional powerboat modeling for Pleasure Model

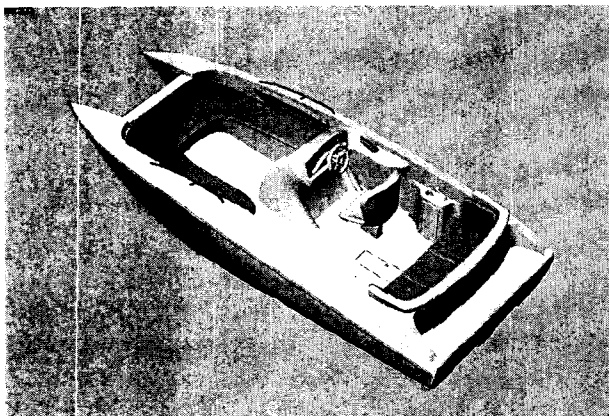


Fig. 3 Typical example of 3-Dimensional powerboat modeling for Family Model

3. 모형 실험

3.1 실험조건

실험은 서일본유체기술연구소(West Japan Fluid Engineering Laboratory Co., Ltd.) 고속회류수조에서 수행되었으며, 수조의 제원은 관측부가 길이 7m, 폭 1.5m, 수심 1.25m 이며 실험에 사용된 모형선은 우레탄재질로 실선의 1/10크기로 제작되었으며, 실험조건은 Table 2에 나타내었고 각각의 경우에 대하여 저항과 트림량을 측정하고 이를 이용하여 실선의 저항 및 유효마력(EHP), 소요마력(BHP)을 추정하였다. 또한 각각의 경우에 대하여 트림량을 함께 측정하여 항주시 자세변화를 관찰하였다.

한편, 실험은 초기트림이 없는 상태와 초기트림이 2°, 4°, 6°의 경우에 대하여 수행하였으나 본 논문에서는 초기트림이 없는 상태의 결과만 언급하였다.

Table 2. Experimental Conditions

No.	선형 형태	속도 (knots)
1	초기선형(Δ=1.01톤) (Original Full-1)	5, 10, 15, 20, 25, 30, 33
2	초기선형(Δ=1.29톤) (Original Full-2)	5, 10, 15, 20, 25, 30, 33
3	Original Full-1 & 선저단 無	20, 25, 30, 33
4	Original Full-1 & 선저단無 터널改	20, 25, 30, 33
5	Original Full-1 & 터널改	20, 25, 30, 33

3.2 실험 결과

실선의 소요마력을 다음과 같이 추정하였다(丹羽誠一, 1972).

$$\frac{R_{T_M}}{R_{T_S}} = \frac{\Delta_M}{\Delta_S} = S_M^3, \quad R_{T_S} = R_{T_M} \times \left(\frac{1}{S_M}\right)^3 \quad (1)$$

여기서,

R_{T_M} : 모형선의 전저항, R_{T_S} : 실선의 전저항
 Δ_M : 모형선의 배수량, Δ_S : 실선의 배수량
 S_M : 모형선척도

$$EHP = \frac{R_{T_S} \times V}{75}, \quad \frac{EHP}{BHP} = \eta \quad (2)$$

여기서,

EHP : 유효마력, BHP : 소요마력 혹은 축(엔진)마력
 η : 추진효율

앞에서 언급한 다섯 가지 실험조건에 따른 전저항을 Fig. 4에 비교하여 나타내었다. 초기 두선형(Original Full-1 & Full-2)의 저항값이 가장 크게 예측되었고, 터널의 높이를 줄여줌으로서 저항이 감소되는 경향을 보이고 있다. 이는 침수표면적 차이에 따른 마찰저항의 차이라고 판단된다. 또한 선저단을 없애주는 경우가 저항이 감소되는 경향을 보이고 있는데 이는 선체표면을 공기막으로 덮어줌으로서 마찰저항을 줄여줄 수 있다는 기존의 연구결과(장진호 외, 2000; Larsson & Eliasson, 2000 ; Doi et al., 1991)와 본 연구 원래 목적과는 상반되는 결과이다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 선저단으로 인하여 공기공동이 발생하여 선체표면을 국부적으로 덮고 있으나 저항이 오히려 증가한 것으로 보아 선저단으로 인한 자세변화의 영향이거나, 또는 선저단으로 인한 유동박리 현상 때문에 저항이 증가한 것으로 보인다. 이에 대한 보다 세밀한 검토가 필요하다고 생각된다.

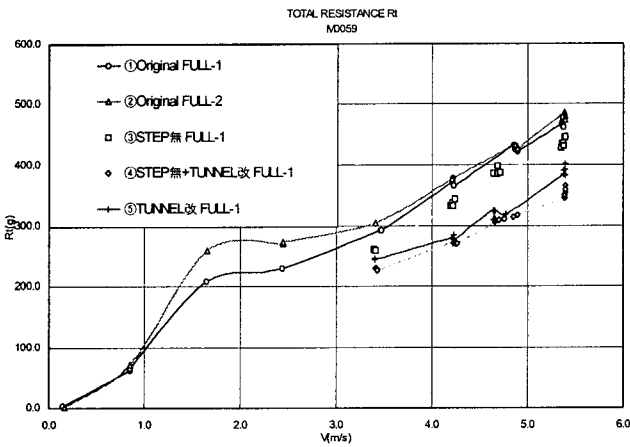


Fig. 4 Comparison of total Resistance Rt(g)

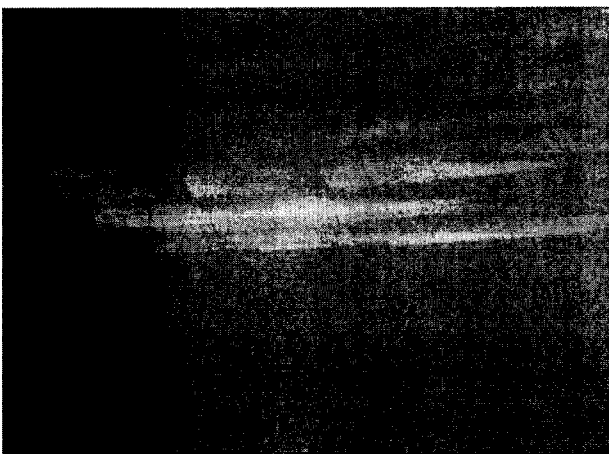


Fig. 5 Flow around stepped bottom and Tunnel, V=33knots.

Fig. 6은 속도에 따른 트림 변화량을 비교한 것으로 선저단이 있는 경우(①②⑤)와 없는 경우(③④)를 비교해 보면, 선저단이 있는 경우가 없는 경우에 비하여 트림각이 1° 정도 적게 나타나고 있다. 이는 선저단으로 인하여 선미가 부상하게 되고 결과적으로 선수 부분이 가라앉는 효과를 나타내므로 선저단으로 인한 선체 자세제어 효과가 있음을 잘 알 수 있다.

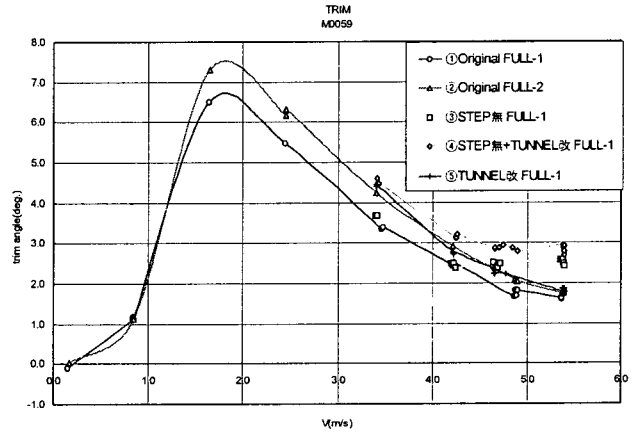


Fig. 6 Comparison of trim angle(deg)

Fig. 7은 선미에서의 침하(Sinkage)량을 나타내는 것으로 터널의 높이를 줄이지 않은 경우(①②)와 터널의 높이를 1/2로 줄인 경우(⑤)를 비교하여 보면 속도가 30knots 근방을 전후하여 터널의 높이를 1/2로 줄인 경우는 터널 높이를 줄이지 않은 경우에 비하여 침하량이 적음을 알 수 있다. 이는 터널높이를 줄인 경우에 선미부분에서 선체가 수면 아래로 깊게 잠기지 않고 수면 가까이 부상한 상태를 나타내는 것으로 터널의 높이를 1/2로 줄인 상태(⑤)가 가장 효과적임을 나타내고 있다.

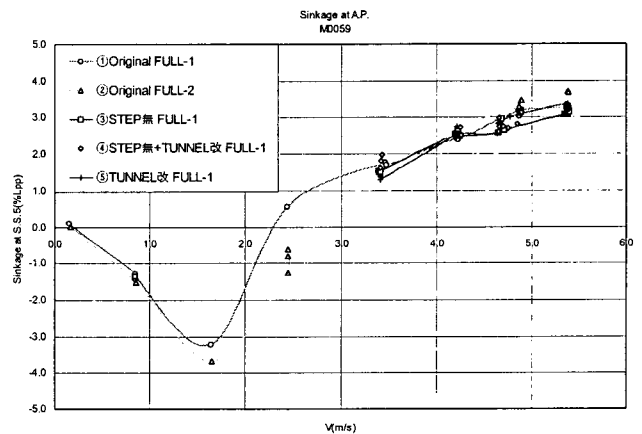


Fig. 7 Comparison of sinkage at A.P.

Fig. 8은 $\eta=0.7$ 로 가정하고 추정된 BHP를 보이고 있다. 설계조건인 135마력에서 모든 경우 약 31knots에서 36knots 정도의 속도가 나올 것으로 예상되며 본 연구를 통하여 선정된 최종 선형의 경우(Original Full-1 & tunnel 개량 - ⑤)에는 약 34knots 정도의 속도가 가능할 것으로 예상된다. 향후 정확한 추진효율을 고려하여 더욱 자세한 검토가 필요하다고 판단된다.

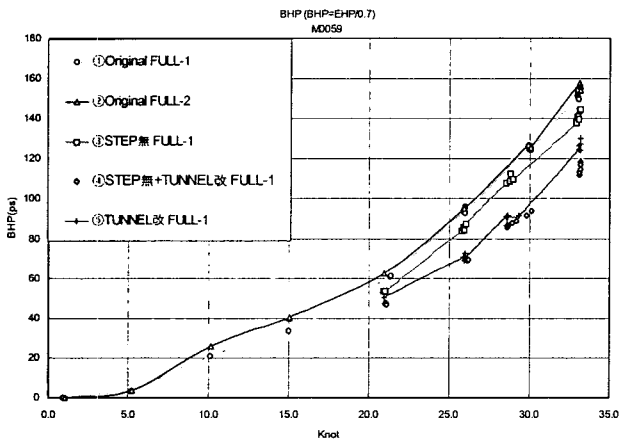


Fig. 8 Comparison of BHP

4. 결론 및 고찰

본 연구개발에서 얻어진 결론은 다음과 같다.

1. 대부분 전량 수입에 의존하는 레저기구를 국내에서 생산할 수 있도록 자체설계기술능력을 확보하였고, 이를 이용하여 독자적인 파워보트 선형모델을 개발하였다.
2. 해상레저 및 근거리교통수단으로 활용될 선형을 개발하기 위하여 안정성 및 속도의 검증을 위한 모형시험을 수행하였으며, 이를 통하여 기본선형을 도출하였다.
3. 선저단이 설치된 경우는 설치되지 않은 경우에 비하여 선체 자세제어에 있어 안정된 결과를 보였다.
4. 터널높이를 줄인 결과 침수표면적차이에 따른 마찰저항 감소로 결과적으로 저항값이 감소하는 경향을 보였다.
5. 저항성능 및 안정성 면에서 선저단이 있고, 터널높이를 1/2로 줄인 상태가 최적의 쌍동형 파워보트선형으로 선택되었다.
6. 향후 초기트림변화가 주어졌을 경우를 고려하여 선저단 및 터널높이 변화에 따른 저항성능과 자세제어의 효과에 대하여 자세한 추가검토가 필요할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 2000년도 해양수산중소·벤처기업 기술개발지원사업 연구비 지원으로 이루어진 것으로서, 이에 관계자 여러분들께 감사 드립니다.

참 고 문 헌

- 인천시행정자료(2001). “환경정보-환경백서”, 인천광역시청.
- 장진호, 안일준, 김효철 (2000). “기하학적 상사 모형선을 이용한 공기운활 효과의 상사관계 연구”. Proceedings of the Annual Spring Meeting, SNAK, Kwangju, 20-21.April, pp 153-156.
- 해양수산부자료(2001). “해양개발기본계획-해양한국 21”, 해양수산부, 제4절.
- Armstrong, B. (1995). “Getting started in Powerboating”, An International Marine/Mcgraw-Hill Companies, 2nd ed, Part 1., pp 12~37.
- Doi Y. et al.(1991). “Frictional Drag Reduction by Microbubbles”, J. SANI, Vol.170
- Larsson, L. and Eliasson, R. E.(2000). “PRINCIPLES OF YACHT DESIGN”, INTERNATIONAL MARINE, 2nd ed, Chapter 2., pp 193~196.
- Russell, D. J.(1975). “Secrets of Tunnel Boat Design”, AEROMARINE RESEARCH, Chapter 2., pp 1~34.
- 丹羽誠一(1972). “高速艇工學”, 舟艇協會出版部, pp 1~6.