

# 50피트급 탄소섬유강화복합재료 크루즈 보트의 기본설계 및 특성

오대균\* · 이창우\*\* · 정우철\*\*\* · 류철호\*\*\*†

\* 목포해양대학교 조선해양공학과 교수, \*\* 목포해양대학교 대학원, \*\*\* 인하공업전문대학 조선해양과 교수

## A Study on the Basic Design and its Characteristics of 50ft-class CFRP Cruise Boat

Dae-Kyun Oh\* · Chang-Woo Lee\*\* · Uh-Cheul Jeong\*\*\* · Cheol-Ho Ryu\*\*\*†

\* Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

\*\* Graduate school, Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

\*\*\* Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Inha Technical College, Incheon 402-752, Korea

**요약** : 해양레저 활동의 범위가 점차 원거리 항해로 확대되면서 거주가 가능한 크루즈보트가 각광받고 있다. 해양레저산업 선진국인 유럽, 북미의 경우 미려한 디자인, 인간공학적 구조 그리고 경량선체 소재 채택을 통한 연료효율 향상 등 크루즈보트의 설계와 제작에 있어 이미 경쟁력을 확보하고 있다. 반면, 국내의 경우 소형 레저보트 중심의 개발, 건조가 이뤄지고 있으며, 선체소재 또한 유리섬유강화복합재료(GFRP)가 대부분을 차지하고 있다. 본 연구에서는 원양항해가 가능한 50피트급 탄소섬유강화복합재료(CFRP) 선체 크루즈보트의 설계 및 특성에 관한 연구를 수행하였다. CFRP 선체 레저보트의 선형특성을 분석하여 설계선(MMU-C.B)의 선형을 제안하였으며, 이를 기반으로 CFRP 크루즈 보트의 설계모델을 구축하였다. 또한 GFRP 레저선박의 모형시험결과와 MMU-C.B 설계결과와 조선공학적 비교검토를 통해 설계선의 형상 그리고 저항 및 활주자세 특성을 분석하였다.

**핵심용어** : 레저선박, 크루즈 보트, 탄소섬유강화복합재료, 복합재료선체, 경량선체

**Abstract** : As the range of marine leisure activity gradually expands to ocean-going, a habitable cruise boat has been getting the limelight. Advanced countries in the marine leisure industry in Europe and North America have already secured their competitiveness in designing and building cruise boats by elegant design, ergonomic structure and fuel efficiency through the adoption of light-weight hull materials. In contrast, mostly small power boats are developed and built in Korea, and GFRP take up the most of hull materials. This study inquired into the design and characteristics of a 50ft-class CFRP that ocean-going is possible. The hull-form of the CFRP cruise boat were analyzed to propose a hull form for the designed ship (MMU-C.B), and based on that, the design model of the MMU-C.B was built. Finally, the MMU-C.B's characteristics of the resistance performance and hull-planing were found by comparative reviews with the results of model tests of GFRP pleasure yachts.

**Key Words** : Pleasure yacht, Cruise boat, CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastic), Reinforced plastic hull, Light-weight hull

### 1. 서론

최근 해양레저산업선진국의 경우 해양레저 활동 범위의 확대에 따라 원거리 항해에 대한 욕구 증가로 40 ft~100 ft급 중대형 고급 크루즈 보트 시장이 활성화 되고 있다. 크루즈 보트는 일반적으로 원거리 항해가 가능한 성능을 갖추고 있

고, 장기간의 항해에 따른 주거공간을 확보하고 있는 고부가가치 해양레저선박이다. 스티븐 드라이브 혹은 축계 디젤엔진을 추진계로 채택하고 있으며, 선체 소재로는 유리섬유강화복합소재(GFRP), 알루미늄 등이 사용되고 있다.

국내의 경우 레저보트 개발에 대한 연구가 최근 활발하게 이뤄지고 있으나, 이는 대부분 GFRP 소재의 소형 파워보트 제조기술을 중심으로 진행되어 오고 있으며, 크루즈 보트와 같은 중형 레저선박에 대한 연구가 부족한 실정이다.

\* First Author : dkoh@hhu.ac.kr, 061-240-7318

† Corresponding Author : cheolho\_ryu@inhac.ac.kr, 031-870-2173

최근 유럽을 중심으로 고속 항해 및 에너지 절감을 위해 신소재를 사용한 경량선체 레이저선박이 각광 받고 있으며, 특히 탄소섬유강화복합재료(CFRP)를 이용한 중소형 크루즈가 개발 되어 상대적으로 높은 가격에 판매되고 있다. CFRP는 경량선체 제작이 가능한 탄소섬유강화 복합 소재로써 뛰어난 재료 특성을 가지고 있으며, 자동차와 항공 제작에는 이미 상당히 대중적인 소재로 활용되고 있다. 탄소섬유의 강도는 철강의 6배, 유리섬유의 2배, 탄성률은 철강의 3배로써 고강도·고탄성의 경량 구조재로 주목 받고 있는 첨단 복합소재이다.

CFRP를 선체소재로 채택한 레이저선박의 경우 선체중량의 경량화로 인한 안정성 확보를 위하여 상부구조물의 형상이 GFRP 레이저선박 보다 상대적으로 작고 낮은 특성을 보이며, 선체형상의 경우 경량화로 인하여 흘수가 낮고 활주성능에 영향을 미치는 차인(chine)의 위치도 변화가 발생하게 된다 (Oh et al., 2012).

본 연구에서는 CFRP를 선체소재로 채택한 레이저선박의 설계 및 그 특성에 관한 연구를 수행하고자 한다. 5척의 CFRP 레이저선박 실적선 자료 분석을 통해 50피트 급 CFRP 크루즈 보트의 선형(설계선명 : MMU-C.B)을 제안하며, 상부구조물과 일반배치를 고려한 설계모델을 구축하고자 한다. 또한 설계선의 성능추정결과를 4척의 GFRP 레이저선박 선형 및 모형시험 결과와 비교, 분석함으로써 제안 선형의 특성을 파악하고자 한다.

## 2. CFRP 크루즈 보트 선형

### 2.1 설계조건 정의

CFRP를 선체소재로 채택한 레이저선박의 실적선 자료조사를 통하여 다음과 같은 일반적인 설계특성을 파악할 수 있었다.

- 전장 기준 40~60 ft 크기, 크루즈 보트 실적선이 많음
- GFRP 레이저선박 대비 약 70% 혹은 그 이하 배수량
- 선수부(bow rake)의 경우 수직형 선수형상 채택이 많으며 deadrise가 상대적으로 큼
- 선미부 공간이 상대적으로 크며, 최대 선폭 또한 선미부에서 나타남
- 고속항해가 가능한 고성능 스텐드라이브 타입 엔진 1~2기 장착

Fig. 1은 실적선 중, 프랑스 UFO-Boat사의 40 ft급 CFRP 크루즈 보트 사례를 보이고 있다. 실적선 자료조사 결과에 따라 설계선의 크기는 약 50피트로 정의하였으며, 배수량의 경우 40~60 ft급 GFRP 크루즈 보트 실적선 평균값 23톤의 70%로 정의하였다. 선내에 주거 가능한 캐빈 설치 공간(Main-Cabin, Guest Cabin)을 확보하도록 하였으며, 추진계는 모든 CFRP 실적선에서 채택하고 있는 스텐드라이브 타입으로 결정하였다. 아래 Table 1은 설계선의 주요 설계조건을 정리하여 보이고 있다.

Guest Cabin)을 확보하도록 하였으며, 추진계는 모든 CFRP 실적선에서 채택하고 있는 스텐드라이브 타입으로 결정하였다. 아래 Table 1은 설계선의 주요 설계조건을 정리하여 보이고 있다.



Fig. 1. 40ft Class CFRP cruise boat.

Table 1. Requirements of design ship

Items	Unit	Value
Length	ft	50
Displacement	ton	< 16.1
Propulsion type	-	Stern-Drive
Cruising speed	knot	25
Max. speed	knot	35~40
Persons	-	12
Hull Material	-	CFRP



Fig. 2. CFRP parent ships for principal dimension's estimation.

2.2 설계선 주요제원 정의

설계조건에 부합하는 설계선의 주요제원을 정의하기 위하여 CFRP로 제작된 크루즈 보트 실적선 5척(Fig. 2)을 기준 데이터로 정의하였다. 이때 주요치수 및 배수량 추정을 위한 변수는 ISO 8666과 ISO 12217의 정의에 따라 통계 처리하였다. ISO 8666은 소형선박의 주요제원 및 하중상태 등에 대한 규격을 정의하고 있으며(ISO, 2002a), ISO 12217은 소형선박의 부력과 복원력 평가와 관련된 규격을 정의하고 있다(ISO, 2002b). Table 2는 이에 따라 정리한 실적선의 주요제원을 보이고 있으며, Fig. 3은 실적선의 주요제원 상관관계를 보이고 있다.

소형선박의 경우 항해거리에 따른 연료 및 청수 상태, 탑승인원 그리고 범규에 의한 안전장비 등의 중량변화에 따라 하중상태에 큰 영향 받게 된다. ISO 12217에서는 이러한 하중상태 변화와 항해조건(design category)에 따라 부력과 복원성을 평가하기 위한 표준을 제시하고 있다. 본 연구에서는 ISO 12217에 따라 제안한 설계선의 부력과 복원성을 평가하였으며, 주요제원 또한 이에 부합하는 규정에 맞춰 추정하였다.

Table 2. Principal dimension of parent ships

Items	Unit	CFRP1	CFRP2	CFRP3	CFRP4	CFRP5
L <sub>H</sub>	m	13.38	14.70	15.59	17.35	17.40
B <sub>H</sub>	m	4.29	4.50	4.26	3.60	5.40
D <sub>LWL/2</sub>	m	2.31	2.04	2.45	2.69	2.96
T	m	0.80	0.60	0.65	0.75	0.94
m <sub>LCC</sub>	ton	6.18	9.00	11.60	7.55	20.43
m <sub>LDC</sub>	ton	8.20	11.84	15.23	14.51	24.00

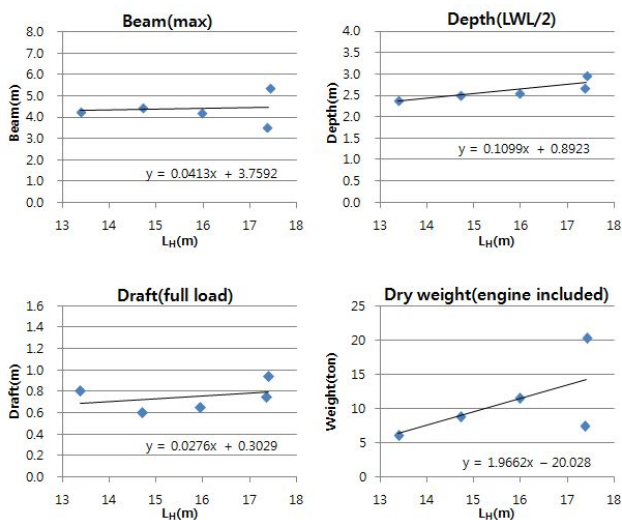


Fig. 3. Relation between L and B, T, D, weight(m<sub>LCC</sub>).

Table 3. Principal particulars of design ship

Items	Unit	Value
L <sub>H</sub>	m	15.91
B <sub>H</sub>	m	4.42
D <sub>LWL/2</sub>	m	2.64
T	m	0.74
m <sub>LCC</sub>	ton	11.25

Table 4. Loading condition according to ISO 8666 and 12217

Condition	Weight(ton)	Note
m <sub>LCC</sub> (+3%)	11.59	Light Craft Condition
Pay Load	1.15	Crew and Personal Effects
Liquid	1.83	Fuel Oil and Fresh Water
L <sub>MOC</sub>	0.33	Load to be included in M.O.
m <sub>MOC</sub>	12.10	m <sub>LCC</sub> + L <sub>MOC</sub> + Liquid*10%
m <sub>LDC</sub>	14.57	m <sub>LCC</sub> + Liquid + Payload

Table 2, 3, 4에서 m<sub>LCC</sub>는 연료, 청수 등 부가 질량물을 모두 제외한 선체와 엔진 무게의 합을 의미(light craft mass)하며, m<sub>MOC</sub>는 m<sub>LCC</sub>에 규정에 의한 최소 운용조건에 따른 추가 질량을 고려한 총 무게를 의미하고, m<sub>LDC</sub>는 만재배수량을 의미한다.

위에서 설명한 바와 같이 CFRP 실적선 자료를 국제규정에 맞춰 정리하였고, 이에 따른 실적선의 주요치수 상관관계를 분석함으로써 설계선의 초기 주요치수를 정의하였다. 이때 배수량 추정식은 엔진 무게를 포함하는 m<sub>LCC</sub> 기준으로 작성 하였다. 엔진의 설치와 캐빈 공간의 확보를 위한 폭과 깊이를 고려하여 L<sub>H</sub>를 15.91m로 정의하였으며, 실적선 데이터의 추세선에 따라 설계선의 주요제원을 Table 3과 같이 정의하였다.

이때 배수량은 실적선 데이터의 추세선에 따른 추정치이기 때문에 향후 ISO 12217에 따른 선박계산을 위하여 규정에 따라 Table 4와 같이 재추정하였다. Pay Load와 최소운영상태(M.O. : Minimum Operating), 추가하중 L<sub>MOC</sub>는 ISO 8666과 12217에 따라 계산하였으며, Liquid는 CFRP 실적선의 연료탱크와 청수탱크의 용적을 참조하여 정의하였다.

2.3 선형설계

CFRP 실적선 중 2척의 선형을 모선으로 하여 선형을 정의하였으며, 선형설계에는 FormSys사의 Maxsurf Pro를 이용하였다.

모선의 C<sub>b</sub>, LCB를 고려하여, 설계선의 주요제원 정의결과(배수량, Lwl, Bwl, T) 조건을 만족하도록 선형변환을 수행하였다(Fig. 4). 최종적으로 도출한 선형은 Fig. 5와 같으며 주요제원 및 배수량등곡선도는 Table 5, Fig. 6과 같다.

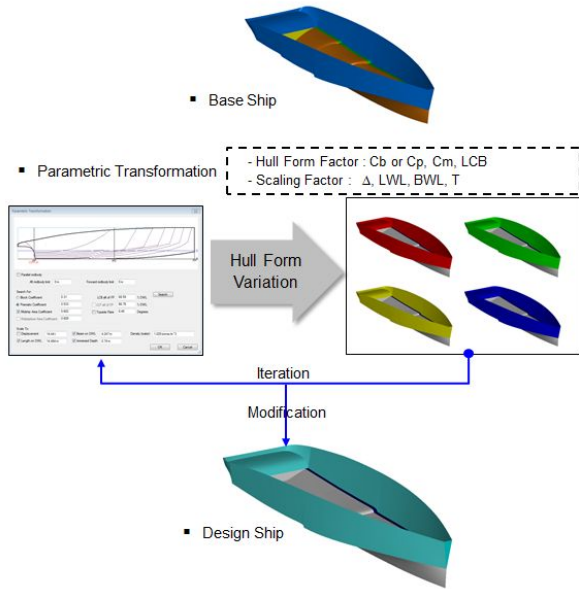


Fig. 4. Hull form variation process.

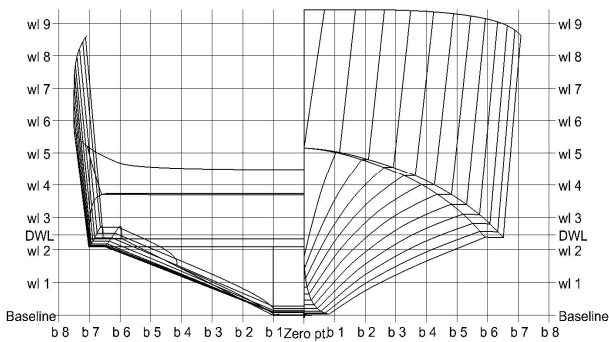


Fig. 5. Body plan of MMU-C.B.

Table 5. Principal particulars of MMU-C.B

Items	Unit	Value
$L_H$	m	15.910
$L_{WL}$	m	14.000
$B_H$	m	4.420
$B_{WL}$	m	4.327
$D_{LWL2}$	m	2.640
T	m	0.740
Cb	-	0.304
Cp	-	0.536
Cm	-	0.594
LCB(from AP, % $L_{WL}$ )	%	31.031
$m_{LDC}$	ton	14.570

## 2.4 저항 및 유효마력 추정

저항 및 유효마력 추정에는 활주형 레저선박의 설계초기 저항추정에 사용되는 Savitsky-planing 알고리즘(Savitsky, 1964)을 적용하였으며, Formsys사의 Hullspeed를 이용하였다.

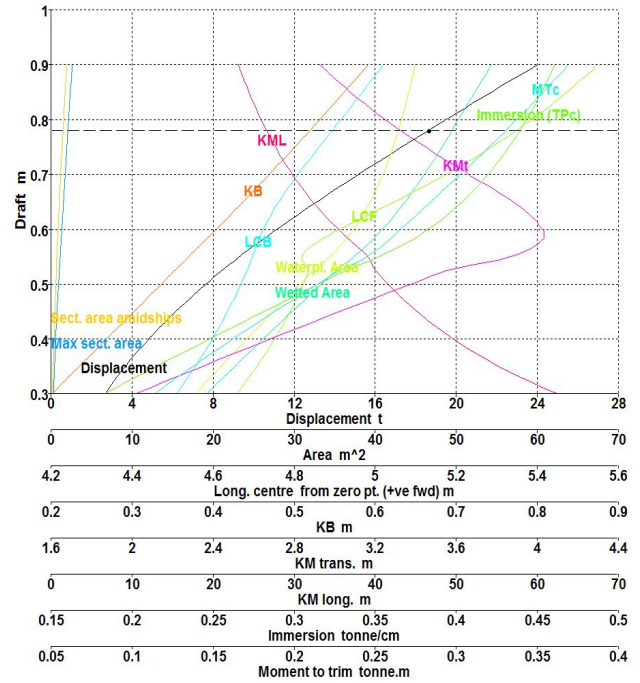


Fig. 6. Hydrostatic-curve of MMU-C.B.

Fig. 7은 Savitsky-planing 알고리즘의 유용성을 검증하기 위하여 선행연구 중 50피트 급 레저보트의 모형시험 결과 (Jeong et al., 2012)와 Hullspeed를 통한 계산결과를 비교한 것이다. 모형시험 선속구간인 16~38노트( $F_n=0.759 \sim 1.803$ )에서 저항성능을 비교한 결과, 정략적으로 계산결과가 모형시험보다 다소 큰 결과를 보였으나, 그 경향성이 매우 유사함을 확인할 수 있었다.

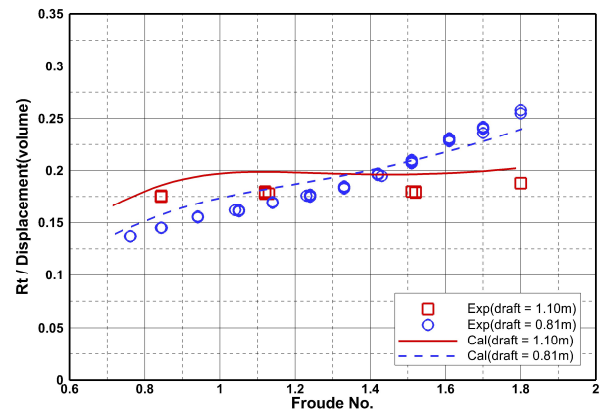


Fig. 7. Comparison of experiment and calculation.



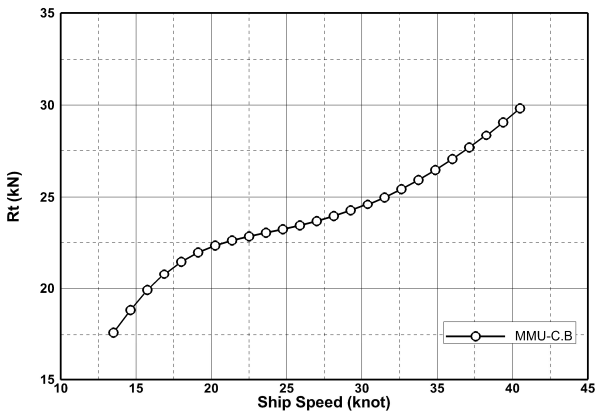


Fig. 8. Resistance prediction of MMU-C.B.

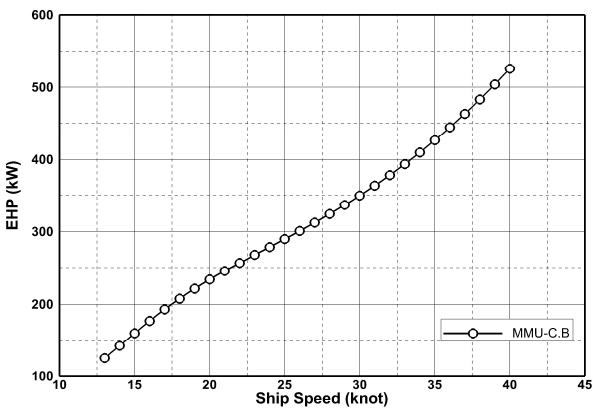


Fig. 9. EHP prediction of MMU-C.B.

결과적으로 Savitsky-planing 알고리즘은 레저보트 초기설계 단계에서 효과적인 저항 추정식으로 사용될 수 있으며, 설계선의 저항 및 유효마력 추정에도 활용하였다.

설계선의 항해속도별 저항 및 유효마력 추정결과는 Fig. 8, Fig. 9와 같다. 유효마력 추정결과에 따라 설계선 최대항해 속도 40노트의 경우, 엔진효율을 65%로 가정하였을 때 약 866 마력이 소요될 것으로 예측하였다.

### 3. CFRP 크루즈 보트 설계모델

정의된 선형을 기반으로 상부구조물 설계 및 일반배치를 통해 설계선의 3차원 모델을 구축하였다(Fig. 10).

상부구조물은 설계선의 스타일링 결과를 참조하여 선체에 맞춰 재설계하였으며, 조종석에서의 시야확보를 위해 주갑판과의 단차를 두었다. CFRP 레저선박의 경우 선체 경량화로 인하여 2차 갑판과 플라이 브릿지(fly bridge)가 없는 형태의 낮은 상부구조물 형상 특성을 갖고 있으며 이로 인해

조종석의 시야확보가 어려운 경향을 띤다. 본 연구에서는 ISO 11591(ISO, 2011)에 맞춰 캐노피(canopy)의 윈도우 사이즈와 조종석의 위치를 재정의함으로써 시인성(visibility)을 충족시키도록 하였다.

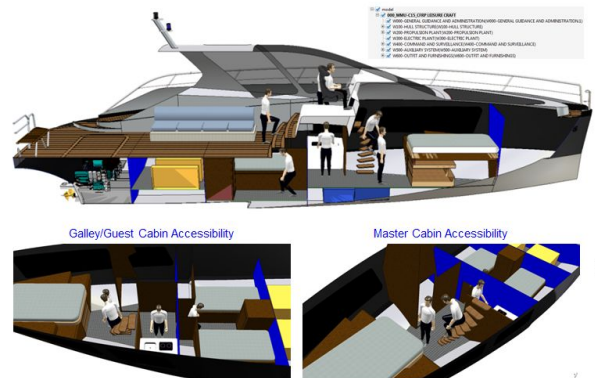


Fig. 10. 3D Model of MMU-C.B.

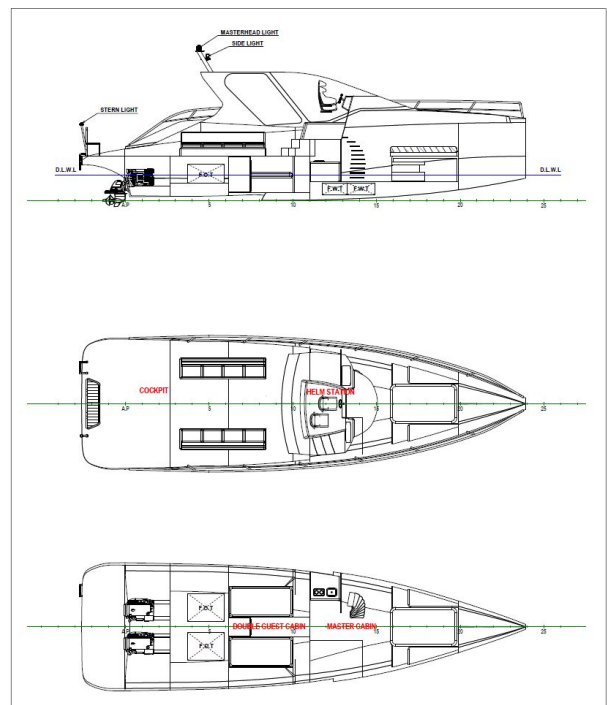


Fig. 11. General Arrangement of MMU-C.B.

캐빈공간과 엔진룸을 확보하기 위하여 선수부 충격격벽을 포함하는 주격벽 4개를 배치하였으며, 기본적인 선체구획 정의는 ISO 12215-5(ISO, 2008)에 따라 정의하였다. 승조원의 거주와 접근성을 고려하여 갑판 높이를 정의하였고, 승조원 12명의 착석공간 확보와 안전 및 재승선 장치 정의는 ISO 15085(ISO, 2009)에 맞춰 정의하였다. 마력추정 결과에

따라 460마력 스텐드라이브 타입 엔진 2기를 설치하였으며, 이때 선미부 트랜섬 형상은 추진기 설치에 따라 재설계하였다. Fig. 11은 3차원 설계모델로부터 출도한 일반배치도를 보이고 있다.

#### 4. 설계선의 특성

설계선의 성능을 분석하기 위하여 저자들의 선행연구를 통하여 수행한 4척의 GFRP 파워보트의 모형시험 결과와 비교하였다. 비교 선들은 전장 10m 내외, 선속은 30~35노트 급이며, 개략적인 주요제원은 Table 6과 같다.

Table 6. Principal particulars of GFRP power boats

Items	Unit	GFRP1	GFRP2	GFRP3	GFRP4
L <sub>BP</sub>	m	7.65	7.83	9.65	12.00
B <sub>MAX</sub>	m	2.40	2.27	2.70	4.56
D <sub>LWL/2</sub>	m	1.20	1.30	-	2.00
T	m	0.58	0.55	0.62	1.10
Displacement	ton	4.56	5.54	7.08	28.69
LCB(from AP, % L <sub>WL</sub> )	%	39.9	42.7	40.5	40.7

#### 4.1 형상특성

설계선과 Table 6 GFRP 실적선의 주요제원 평균값을 비교하여 Table 7과 같이 정리하였다.

Table 7. Comparison of dimension ratio of GFRP ship and CFRP hull

Items	GFRP-hull	CFRP-hull	GFRP/CFRP
L/B	3.21	3.28	0.98
L/D	6.13	5.48	1.12
L/T	13.47	19.57	0.69
B/D	2.01	1.67	1.20
B/T	4.19	5.97	0.70
D/T	2.08	3.57	0.58
LCB(from AP, % L <sub>WL</sub> )	41.0	30.8	-
Deadrise(at MID, deg)	20	27	-
Deadrise(at AP, deg)	10~15	20	-

설계선의 경우, L/B는 GFRP 실적선과 유사한 경향을 보이고 있으며, L/D와 B/D는 각각 12%, 20% 큰 경향을 보이고 있다. 이는 CFRP 레저선박의 경우 경량선체 특성에 따라 상부구조물이 상대적으로 작고, 이에 따라 케빈공간 등 거주

공간을 확보하기가 어려워 주갑판 및 작업갑판을 상대적으로 높게 가져가기 때문인 것으로 판단된다. L/T, B/T의 경우는 각각 31%, 30% 작은 경향을 보이고 있으며 이 또한 경량선체 특성에 따라 출수가 낮아진 결과이다.

Deadrise의 경우 선체 중앙과 선미 두 곳의 값을 비교하였다. 설계선의 경우 선체 중앙부에서 deadrise가 큰 경향을 보이고 있으며, 이는 다른 CFRP 실적선도 마찬가지로의 경향을 보이고 있었다. Deadrise의 증가에 따른 배수용적 감소 또한 경량선체 특성에 따른 것으로 판단되며, 이에 따른 복원성은 상대적 폭의 증가(B/T)를 통해 보완하고 있다.

LCB의 경우 GFRP 실적선 대비 선미부에 치우친 경향을 보이고 있으며, 이는 설계선의 거주구가 선미부에 치우침에 따라 선미형상이 상대적으로 비대하기 때문이다.

#### 4.2 저항 및 활주자세 특성

Fig. 12, 13은 Table 6에 나타난 GFRP 레저보트의 모형시험 결과와 설계선의 배수량 톤당 저항특성(Rt/▽) 및 항주자세를 비교하여 보이고 있다.

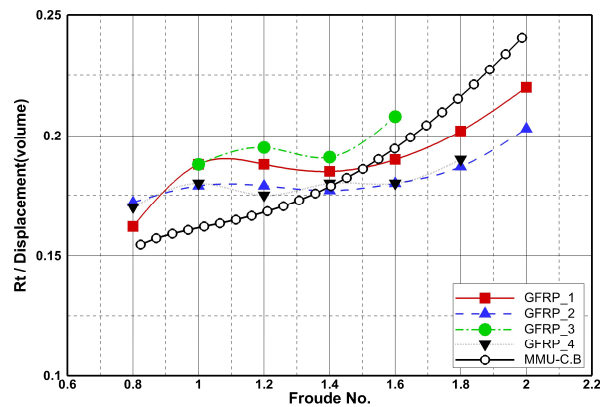


Fig. 12. Comparison of Rt/▽.

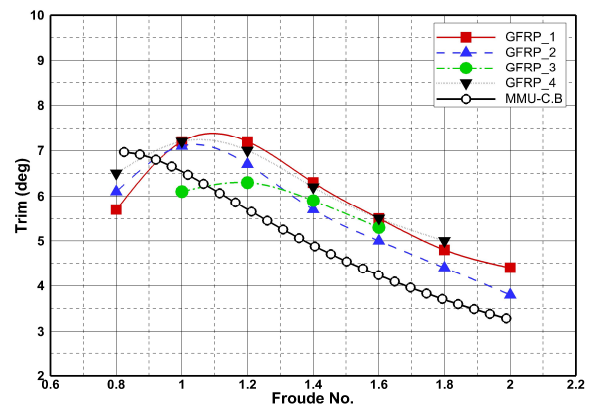


Fig. 13. Comparison of trim angle(degrees).

이때 설계선의 경우는 앞서 언급한 Savitsky-planing 알고리즘을 이용하였다.

전반적으로 GFRP 레저보트와 설계선의 저항특성 및 항주 자세는 큰 차이를 나타내고 있다. GFRP 레저보트의 경우,  $F_n < 1.4$  영역에서 저항특성이 안정되는 경향을 보이고 있으며,  $F_n > 1.4$  이상에서는 저항이 크게 증가하고 있다. 그러나 설계선의 경우, 전 속도 영역에서 저항이 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다.  $F_n = 1.4 \sim 1.5$  구간을 기준으로 이 속도 이상에서는 설계선의 저항성능이 GFRP의 저항성능보다 나쁜 특성을 보인다.

잘 설계된 고속 레저보트의 경우 약 30노트 이상의 고속에서 일반적으로 4~5도의 트림이 적합하다(Jeong et al., 2004). GFRP 레저보트의 경우, 저속영역에서 트림이 급격히 증가하다가 속도가 증가하면서 감소하고 있다. 30노트 부근에서는 4~5도 정도의 트림을 보인다. 그러나 설계선의 경우,  $F_n = 1.4 \sim 1.5$  구간에서 4~5도 정도의 트림을 보이고, 최대속도인 30노트 부근에서는 3도 내외로 매우 작은 트림량을 보이고 있다. 고속 활주선의 경우, 일반적으로 트림이 커지면 선미파가 커지고 트림이 작아지면 선수파가 커져 저항성능이 나빠지는 특성을 갖는다. 이러한 관점에서 볼 때 본 설계선의 저항성능이  $F_n = 1.4 \sim 1.5$  이상에서 GFRP 파워보트보다 나빠지는 이유는 항주자세, 즉 트림이 작아지기 때문이라고 판단된다.

## 5. 결론

본 연구에서는 CFRP 레저선박 실적선 자료 분석을 통하여 50피트급 CFRP 크루즈 보트의 선형을 제안하였으며, GFRP 레저보트의 주요제원 및 모형시험 결과와 설계선 추정자료를 비교함으로써 그 특성을 파악하고자 하였다. 또한 제안 선형을 기반으로 상부구조물 및 일반배치를 통해 설계 모델을 구축함으로써 CFRP 크루즈 보트의 형상 특성을 파악할 수 있었다. 다만, 저항 및 활주자세 특성의 경우 설계선의 선형 형상특성에 의한 부분도 고려해야하기 때문에 차후 이와 관련된 시험 및 연구가 더 진행되어야 하겠다.

국내에서 아직까지 개발 실적이 없는 CFRP 레저선박의 선형 제안 및 특성에 관한 연구를 통해, 해외에서 제작된 실적선의 데이터를 분석할 수 있었던 계기가 되었으며, 연구 결과는 향후 CFRP 소재의 레저선박 개발에 유용한 자료로써 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

## 후 기

본 연구는 지식경제부 광역경제권 연계협력사업 “CFRP

소재의 고급 크루즈 보트 개발”의 지원으로 수행되었음을 밝히며, 이에 감사드립니다.

## References

- [1] ISO(2002a), International Organization for Standardization, ISO 8666 Small craft - Principal data, ISO
- [2] ISO(2002b), International Organization for Standardization, ISO 12217 Small craft - Stability and buoyancy assessment and categorization, ISO
- [3] ISO(2011), International Organization for Standardization, ISO 11591 Small craft, engine-driven - Field of vision from helm position, ISO
- [4] ISO(2008), International Organization for Standardization, ISO 12215-5 : Small craft - Hull construction and scantlings - Part 5: Design pressures for monohulls, design stresses, scantlings determination, ISO
- [5] ISO(2009), International Organization for Standardization, ISO 15085 Small craft - Man-overboard prevention and recovery, ISO
- [6] Jeong, U. C., J. W. Park and S. H. Jeong(2004), Hull Form Development of a Small-Size High-Speed Coastal Leisure Boat, Journal of Korean Society of Ocean Engineers, Vol. 18, No. 1, pp. 80-84.
- [7] Jeong, U. C., C. H. Ryu and D. K. Oh(2012), A Study on Resistance Characteristics of a 50ft Class CFRP Leisure Boat, Proceeding of the Society of Naval Architects of Korea, p. 1185.
- [8] Oh, D. K., C. W. Lee, C. H. Ryu and U. C. Jeong(2012), A Study on the Basic Design of a 50ft Class CFRP Cruise Boat, Proceeding of the Society of Naval Architects of Korea, p. 905.
- [9] Savitsky, D.(1964), Hydrodynamic Design of Planing Hulls, Marine Technology, Vol. 1, No. 1, pp. 71-95.

원고접수일 : 2013년 09월 27일

원고수정일 : 2013년 11월 06일

게재확정일 : 2013년 12월 26일