

## 18.5ft급 경기용 배스보트의 주요제원 선정에 관한 수치해석 연구

임준택\* · 서광철\*\* · 박근홍\*\* · 김상원\*\*\*†

\*, \*\* 목포해양대학교 조선해양공학과, \*\*\* 홋카이도 대학교 기계우주공학

## A Numerical Study on the Selection of Main Specification of the 18.5ft Bass Fishing Boat

Jun-Taek Lim\* · Kwang-Cheol Seo\*\* · Geun-Hong Park\*\* · Sang-Won Kim\*\*\*†

\*, \*\* Department of Naval Architecture &amp; Ocean Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

\*\*\* Department of Mechanical and Space Engineering, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido 060-0808, Japan

**요약** : 최근 국내에서 배스낚시는 하나의 해양레저 스포츠로서 자리매김하고 있다. 국내 배스 낚시협회는 총 4곳이 있으며 각 협회 당 매년 10~15회의 토너먼트 대회를 개최하는 등 수요가 높은 편이다. 그러나 국내 대회에서 선호되는 17ft 이상 급의 배스보트의 경우 현재 100% 수입에 의존하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 해외실적선 자료를 바탕으로 통계분석을 통해 18.5ft급 경기용 배스보트의 초기 선형 개발을 위한 주요제원을 도출하였다. 또한 활주선의 저항 및 활주성능에 큰 영향을 미치는 선저경사각 및 종방향 무게중심에 따른 CFD 수치해석을 수행하였다. 수치해석의 경우, 설계 속도인  $Fn=3.284$  ( $Re=9.858 \times 10^7$ )에 대해서 수행하였고, 선저 경사각은 12~20°, 종방향 무게중심은 부력중심으로부터 선미방향으로 0~8%  $L_{WL}$ 의 범위로 설정하였다. 수치해석 결과를 바탕으로, 1차적으로 저항성능과 침수용골 길이를 바탕으로 범위를 설정한 후, Savitsky의 Drag-Lift ratio의 상관그래프를 이용하여 최적 트림각에 근접한 선저경사각(14~16°), 종방향 무게중심위치(4~6%  $L_{WL}$ )의 범위를 도출하였다.

**핵심용어** : 배스보트, 초기선형개발, 선저경사각, 종방향 무게중심, 전산유체역학

**Abstract** : Recently, bass fishing has become a marine leisure sport in Korea. There are 4 major fishing associations in Korea, and each association holds 10-15 tournaments each year. However, supply of 17ft bass boats, which are preferred in leagues, depends 100% on imports. In this study, we have derived the main specifications to develop the initial hull forms of a 18.5ft bass boat through statistical analysis based on mothership data. In addition, CFD numerical analysis was carried out according to deadrise angle and longitudinal center of gravity, which strongly influenced the resistance and planing performance. For numerical analysis, design speed was set to  $Fn = 3.284$  ( $Re = 9.858 \times 10^7$ ), the deadrise angle was set from 12 to 20°, and the longitudinal center of gravity was set in the range of 0 to 8%  $L_{WL}$  from the center of buoyancy to the stern. Based on the numerical results, we first set the range of these factors by resistance performance and immersion keel length. Furthermore, using a correlation graph of Savitsky's Drag-Lift ratio, we derived the deadrise angle (14-16°) and longitudinal center of gravity (4-6%  $L_{WL}$ ).

**Key Words** : Bass Boat, Initial Hull Form Development, Deadrise Angle, Longitudinal Center of Gravity, CFD

## 1. 서론

배스 낚시는 주로 배스를 낚는 스포츠 피싱으로 미국이나 호주 등에서 하나의 스포츠로서 자리매김을 하고 있다. 특히 미국의 경우 총 5개의 메이저 및 마이너 대회, 다수의 리그를 운용하는 등, 독보적인 레저산업으로 자리 잡고 있다.

이러한 트렌드에 맞춰, 미국의 경우 7개의 대형회사와 여러 중소기업들이 배스보트를 생산하고 있으며, 매년 2~3척의 신제품이 나오고 있을 정도로 수요가 높은 분야이다.

국내 또한 배스 낚시협회의 총 4곳이 있으며 각 협회 당 매년 10~15회의 토너먼트 대회를 개최하는 등 수요가 높은 편이다. 하지만 국내에서 생산되는 배스보트는 11~12ft급 소형 배스보트로 배스낚시 경기에 주로 사용되는 17ft급 이상에 대해서는 전량 수입에 의존하고 있는 실정이다.

\* First Author : lognhorn15@gmail.com

† Corresponding Author : swkim5834@naver.com

배스보트는 주로 민물낚시에 특화된 소형 고속활주선이 다. 배스보트에 대한 연구는 고밀도 폴리에틸렌 선체 배스보트의 열 성형 시뮬레이션 연구(Laroche et al., 2000)와 같은 연구가 수행되었으며, 배스보트의 선형에 대한 연구는 부족한 실정이다.

배스보트와 같은 고속선에 대한 연구로는 Jeong et al.(2004)이 Niwa(2002)가 제시한 통계자료를 근거로 3 ton급 레저보트의 초기선형을 설계하여 모형시험을 통해 성능분석 연구를 하였고, Kim et al.(2006)은 45 knots의 100 ton급 고속 경비정의 통계분석을 통한 초기선형설계와 모형시험을 통한 저항성능 분석 연구를 하였다. 또한 Begovic and Bertorello(2012)은 활주형 시리즈선인 Warped 선형을 대상으로 모형시험을 통한 저항성능평가를 수행하여 소형 활주선에 대한 성능 분석 방법에 대해 제시한 바 있다. 최근에는 모형시험의 비용 등의 문제점과 전산컴퓨터의 급격한 발전에 의해 CFD (Computational Fluid Dynamics) 해석을 이용하는 방법이 각광 받는 추세이다. 활주선에 대한 CFD연구는 Caponnetto(2001)의 활주선형의 자유표면 해석 연구 및 Battistin and Iafrati(2003)의 RANS방정식을 기반으로 한 활주형 표면의 CFD해석 연구 그리고 Marcello(2015)의 모형시험을 기반으로 경험식과 비교한 소형 활주선의 CFD해석 기법 연구 등이 수행되어왔다.

본 연구에서는 국외 경기용 배스보트 실적자료를 바탕으로 18.5ft급 경기용 배스보트의 주요제원을 결정하였으며, 국외 실적선인 알루미늄 배스보트 TRACKER Pro Team 195TXW를 분석하여 기본선형을 도출하였다. 또한 CFD해석을 이용하여 소형 활주선의 성능에 큰 영향을 주는 요소인 선저경사각과 중방향무게중심(LCG)를 조건으로 한 18.5ft급 초기선형의 저항성능 분석을 수행하였다. 이를 통해 최적의 저항성능 및 안정성을 갖는 선저경사각 및 LCG의 범위를 선정하였다. 본 연구의 최종적인 목표는 경기용 배스보트의 국산화로 이번에 사용한 배스보트 선형은 국내기술을 기반으로 개발 및 제작 중인 선박이다.

## 2. 선형개발

### 2.1 기본조건

본 개발선은 호수, 강과 같은 담수지역에서 운행되며 최대 속력을 45~50 knots로 향상시키는 것을 목표로 하였다. 또한 제작사의 요청에 따라, 선형개발 시 선박의 전체 길이 18.5 ft를 고정변수로 설정하였다. 먼저 본 개발선의 주요제원을 결정하기 위하여 16~21.5 ft급의 해외 경기용 배스보트 104 여척을 수집하여 분석하였다.

### 2.2 선형개발

본 연구에서는 개발대상선의 초기제원을 결정하기 위해 Fig. 1~Fig. 4에서 보는 바와 같이 주요제원간의 상관관계를 분석하였다. Fig. 1은 수집된 선박의 배수량과 L<sub>OA</sub>과의 관계를 보인다. 배수량의 경우, 다른 제원대비 비교적 넓게 분포하는 경향을 보였다. 이는 각 제조회사의 시리즈 모델별 탑재되는 장비가 차이가 있기 때문인 것으로 판단된다. 주요제원간의 상관관계에 대한 통계분석 결과, 전장 18.5 ft(5.63 m) 일 때, 배수량은 약 1.2 ton으로 결정하였다.

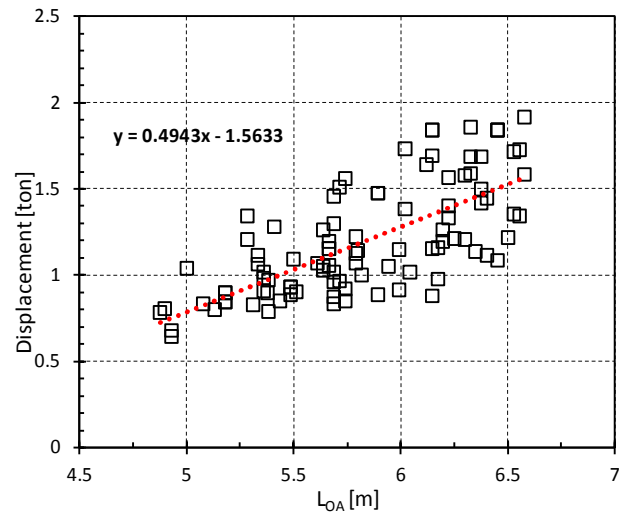


Fig. 1. Relation between L<sub>OA</sub> and displacement.

Fig. 2~3는 각각 길이(L<sub>OA</sub>)에 대한 폭(B)과 선미부 깊이(D)의 관계를 나타낸다. 이를 토대로 선폭과 선미부 깊이를 각각 약 2.240 m, 0.730 m로 결정하였다. 폭과 선미부 깊이는 제조사에 따른 차이는 보이지 않았으며, 이는 경기용 배스보트 제작을 위한 최적 값으로 판단하였다.

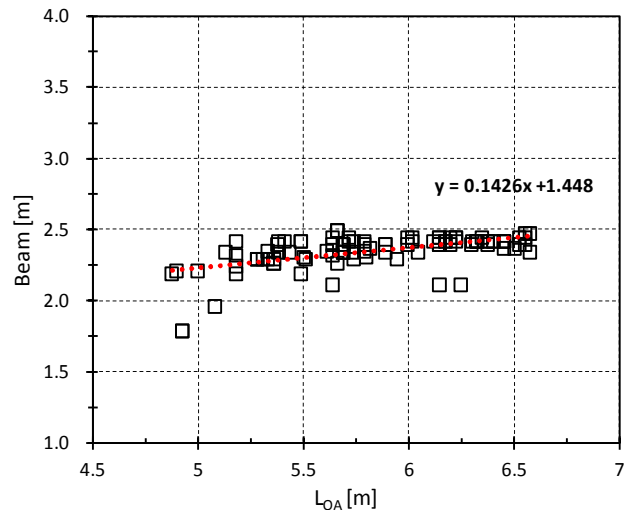


Fig. 2. Relation between L<sub>OA</sub> and beam.

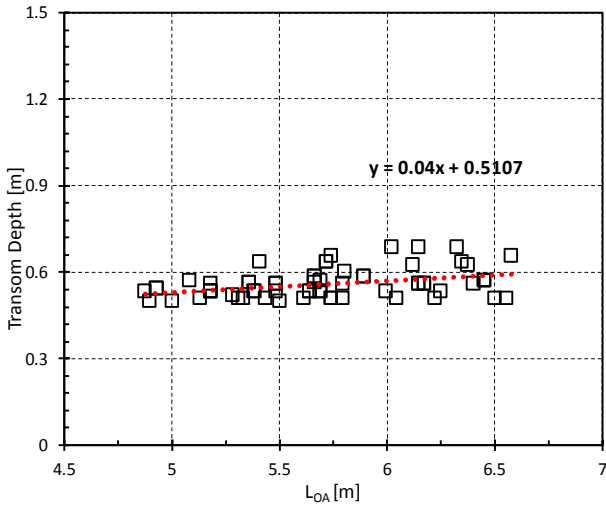


Fig. 3. Relation between  $L_{OA}$  and transom depth.

Fig. 4는 길이( $L_{OA}$ )와 선저경사각( $\beta$ ) 관계이다. 선저경사각의 경우, 다른 제원과 달리 길이에 따른 경향을 파악하기 힘들며, 약  $10 \sim 16^\circ$ 에 위치하는 것을 확인할 수 있다. 이는 각 제조회사별 기준모델을 바탕으로 길이등급에 따라 제작되는 환경과 경기용 보트라는 특성인 것으로 판단된다.

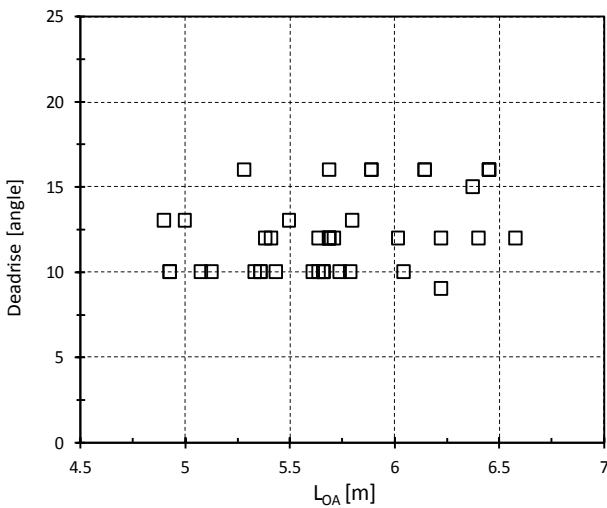


Fig. 4. Relation between LOA and deadrise angle.

일반적으로 선저 경사각이 증가할수록 유체가 쉽게 선측으로 배출되며 과량 중 내항성능이 향상하는 경향을 보인다. 하지만 동적 압력 중 양력으로 작용하는 성분이 상대적으로 작아져 활주상태가 되기 위해서는 상대적으로 높은 출력이 요구된다(Kihara and Ishii, 1986). 따라서 고속활주선의 선저경사각은 통상 최대  $30^\circ$ 가 넘지 않도록 해야 한다(Koelbel, 1978). 또한 Deep-V 선형의 경우, 선저경사각이  $20^\circ$

내외로 사용된다. 하지만 경기용 배스보트의 경우, 호수나 저수지와 같은 과량이 없는 담수에서 운용됨을 감안하여, 내항성능을 크게 고려하지 않는다. 또한 속도와 관련된 성능이 극단적으로 요구되므로 상대적으로 낮은 선저경사각의 분포를 보이는 것으로 판단된다.

마지막으로, 종방향 중심위치는 활주성능과 밀접한 관계를 갖고 있으며 불안정운동(Porpoising)이 발생하는 경우 이를 회피하기 위해 조정되는 값이기도 하다. 이를 결정하는 것은 매우 중요하며, 일반적으로 선미 단에서 중심까지의 거리를  $L_{WL}$ 의 약 40% 정도에 위치한다(Niwa, 2002). 따라서 다른 기본제원과 달리, 선저경사각과 종방향 무게중심은 반드시 같이 평가해야 하는 중요한 요소들이며, 본 연구에서는 수치해석을 통해 이를 평가하였다.

실적선 통계분석을 바탕으로 선정된 주요제원을 Table 1에 표기하였다. 여기서 선저경사각은 수치해석을 통해 결정할 예정이므로 각 경사각에 따라 구분하였다.

이를 바탕으로 국외 실적선인 18ft급 알루미늄 경기용 배스보트 TRACKER Pro Team 195TXW의 선형을 참고하여 개발선의 초기 선형을 개발하였고, Fig. 5에 정면도 형상을 나타내었다.

Table 1. Principal dimensions

Principal Dimensions	
$L_{OA}$ (m)	5.638 (18.5 ft)
Beam (m)	2.240
Depth (m)	0.730
Displacement (ton)	1.2
Deadrise ( $^\circ$ )	12~20

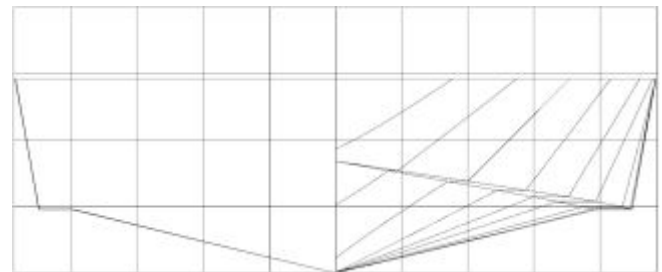


Fig. 5. Body plan.

### 3. 수치해석

#### 3.1 수치해석 기법

수치해석을 수행하기 위해 상용 CFD 코드인 STAR-CCM+ ver.9.04를 사용하였다. 수치해석을 위한 계산영역 및 격자의

크기는 모두 실선의 1/2.5 크기의 모형선을 기준으로 하였다. 유동장의 크기 및 경계조건은 Kim et al.(2017)에서 검증된 기법을 적용하여 Fig. 6과 같이 선체의 길이를 기준으로 하여 설정하였다.

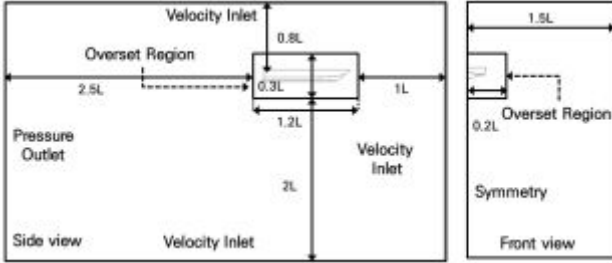


Fig. 6. Boundary conditions of the numerical domain.

본 연구에서는 비정상상태, 비압축성 및 점성유동으로 가정하여 계산을 수행하였다. 이에 대응하는 유체의 지배방정식은 연속방정식과 RANS(Reynolds-averaged Navier- Stokes) 방정식으로 식(1), (2)과 같이 나타낸다.

$$\frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + U_j \frac{\partial U_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 U_i}{\partial x_j \partial x_j} + g_i \quad (2)$$

여기서,  $U_i$ 는 유속,  $x_i$ 는 공간좌표,  $\rho$ 는 밀도,  $P$ 는 압력,  $\nu$ 는 동점성계수,  $g_i$ 는 중력가속도이다.

선체 표면 및 공간격자 생성은 Fig. 7~8과 같이 자유표면 그리고 항주자세를 정확히 표현하기 위해 Trimmed mesh 및 중첩격자계(Overset mesh)를 사용하여 2.7백만 개의 격자계를 적용하였다. 수치해석에 사용한 기법들을 Table 2에 정리하였다.

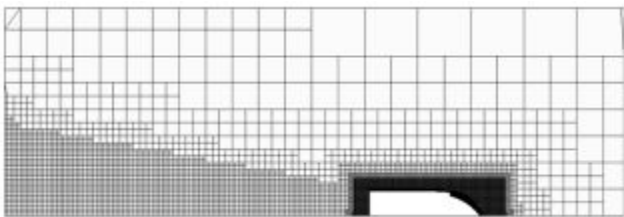


Fig. 7. Schematic illustrations of the mesh (Top view).

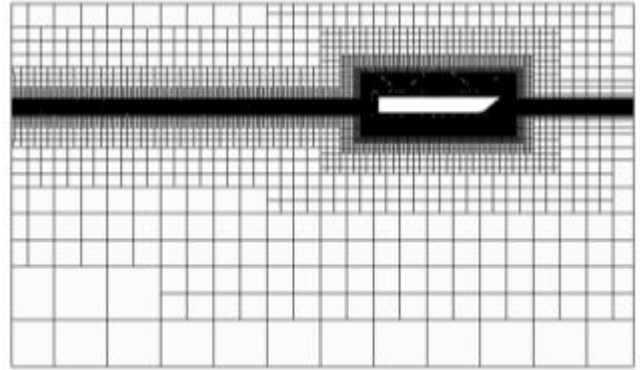


Fig. 8. Schematic illustrations of the mesh (Side view).

Table 2. Key features of numerical model

Model	
Governing Equation	Reynolds-Averaged Navier-stokes
Time	Implicit Unsteady
Time-step	0.001s
Temporal Discretization	Second-Order Upwind
Turbulent Model	SST (Menter) $k-w$
Wall Treatment	All $Y^+$ Treatment
$Y^+$ Value	<50
Spatial Discretization	Cell Centered FVM
Velocity/Pressure Coupling	SIMPLE Algorithm
Multiphase Model	VOF (Volume of Fluid)
Free Surface Problem	HRIC Schemes
Body motion	Dynamic Fluid-Body Interaction
	Overset Grid Method

### 3.2 수치해석 조건

본 개발선의 결정된 주요제원을 바탕으로하여 1/2.5의 축소 모형을 Fig. 9과 같이 제작하여 수치해석을 진행하였다. 또한 선저경사각 및 종방향 무게중심을 선정하기 위해 Fig. 10~11 그리고 Table 3에 나타낸 바와 같이 시험조건을 적용하여 수치해석을 수행하였다. 선속의 경우, 운용 예정 속도인 45 knots에 대응하는  $Fn = 3.284 (Re = 9.858 \times 10^7)$ 로 적용하였다.

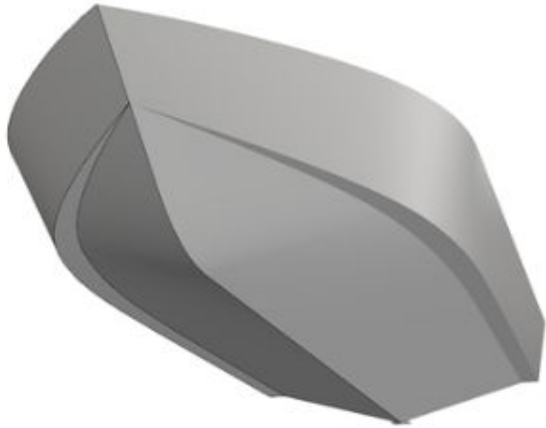


Fig. 9. Geometric representation of initial hull form.

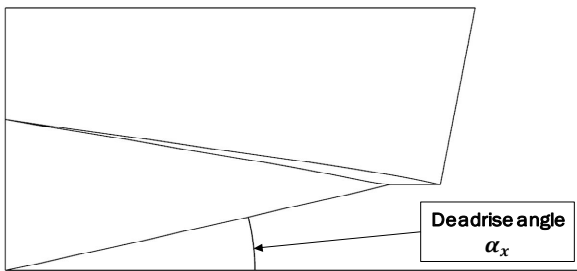


Fig. 10. Half-body plan as deadrise angle.

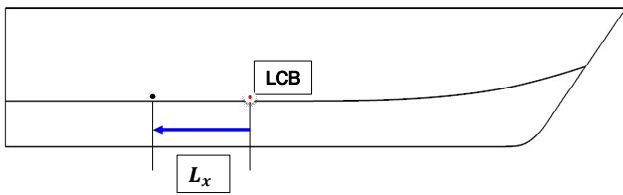


Fig. 11. Sheer plan as longitudinal center of gravity.

선의 경우, 속도에 따른 침수표면적의 변화가 크다. 따라서 속도에 따라 변화가 없는 배수량을 사용하여 무차원화 하는 것이 일반적이다(Kim et al., 2015). 양력의 경우, 해석모델이 활주선이므로 부력과 수면의 수직방향으로 작용하는 유체 동력학적 압력을 포함하여 나타내었다.

전반적으로 선저경사각이 감소하고 종방향무게중심이  $L_2$ 에 가까워질수록 저항값이 감소하는 경향을 보였다. 또한 경우에 따라서 최소값 대비 최대 77%까지 증가하는 경향을 보였다. 경기용 배스보트의 경우 속도를 중요시하는 특성상 높은 저항성능이 요구된다. 따라서 선저경사각과 종방향 무게중심을 결정하기 위한 저항값의 상한선이 필요할 것으로 판단하여, 최소값 대비 130%의 저항값을 상한선으로 설정했다. 양력값의 경우, 선저경사각 및 종방향 무게중심에 따른 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 길이, 폭, 배수량과 같은 주요제원의 변화가 없기 때문인 것으로 판단되며, 양력값이 배수량과 동일하게 나타나는 것으로 보아, 현재 활주상태임을 나타낸다.

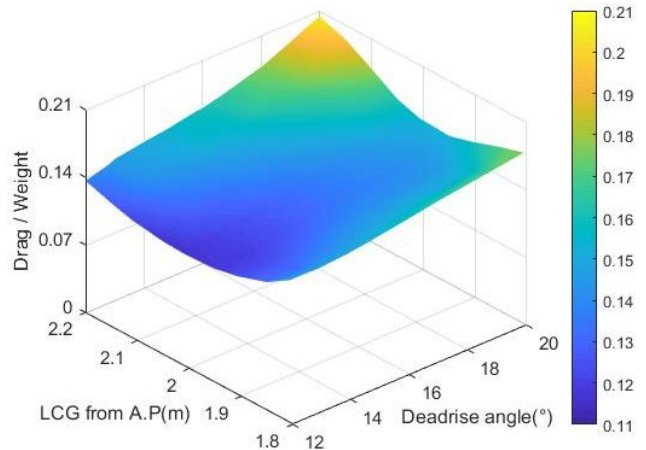


Fig. 12. Comparison of Drag force.

Table 3. Test conditions

Deadrise angle(°)		LCG from A.P.(m)		
$\alpha_1$	12	$L_0$	0 (LCB)	2.211
$\alpha_2$	14	$L_1$	2% $L_{WL}$	2.110
$\alpha_3$	16	$L_2$	4% $L_{WL}$	2.008
$\alpha_4$	18	$L_3$	6% $L_{WL}$	1.907
$\alpha_5$	20	$L_4$	8% $L_{WL}$	1.806

### 3.3 수치해석 결과

Fig. 12~13은 선저경사각과 종방향 무게중심에 따른 저항과 양력값을 나타냈으며 배수량으로 무차원화 하였다. 활주

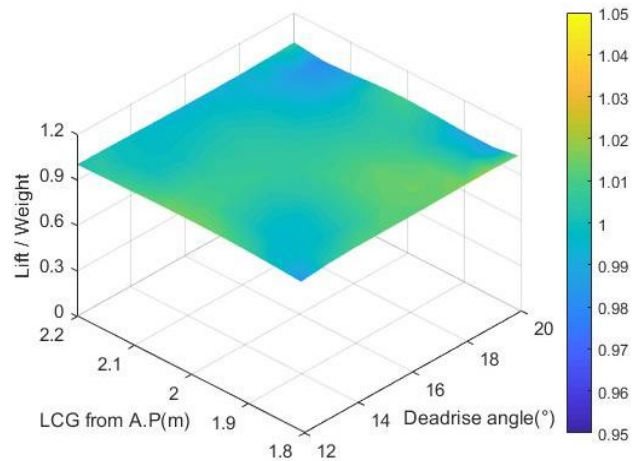


Fig. 13. Comparison of Lift force.

Fig. 14~15는 선저경사각과 종방향 무게중심에 따른 부상량과 침수용골길이를 나타낸다. 부상량 또한 종방향 무게중심에 따라 변화가 큰 경향을 나타내며, 선저경사각 증가에 따라 부상량이 다소 감소하는 것을 확인할 수 있으나 큰 차이를 보이지는 않는다. 여기서 양력은 일정하나 부상량에 차이를 보이는 것을 확인할 수 있다. 일반적으로 활주선은 선저경사각, 종방향무게중심을 따라 활주상태를 유지하는 평형 트림각과 부상량의 차이를 보인다. 여기서 종방향무게중심이 선미방향으로 이동할수록 Fig. 18과 같이 트림각이 급격히 증가하여, 단위면적당 받는 양력이 급격히 증가하게 된다. 이때 배수량이 동일하면 양력 또한 일정하므로, 침수 표면적을 감소하기 위해 Fig. 14와 같이 부상량이 다소 증가하게 된다. 침수용골길이의 경우 선저경사각과 종방향 무게중심에 따라 증가하는 경향을 보였다. 경기용 배스보트는 활주시  $L_{WL}$ 이 0m까지 감소하게 된다. 이는 해석조건이 저항조건이 아닌 예인조건으로 인해 발생하는 수치해석적 오류

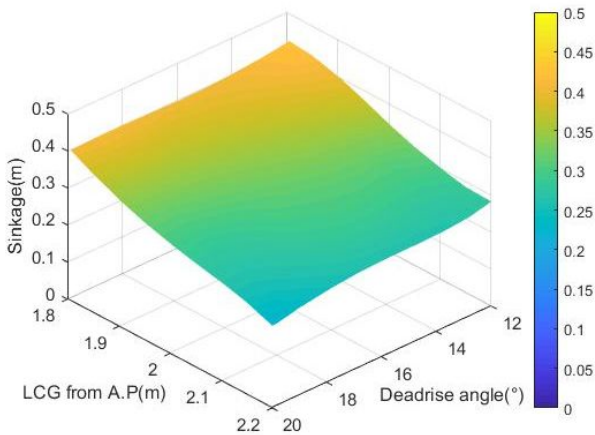


Fig. 14. Comparison of Sinkage.

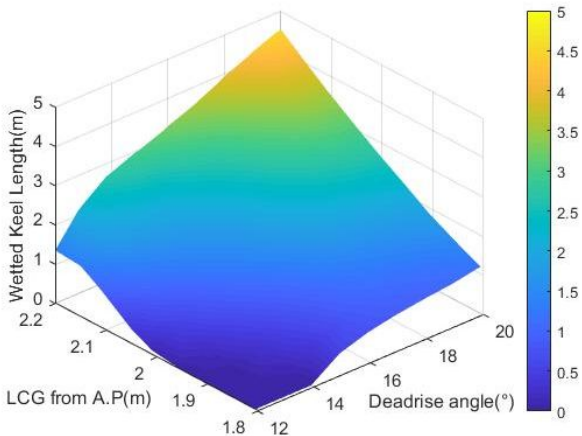


Fig. 15. Comparison of Wetted Keel Length.

로 판단된다. 따라서 선외기가 장착되어 실제 운용할 경우,  $L_{WL}$ 이 지나치게 작아지면, 주기적인 상하동요와 같은 불안정운동에 노출될 수 있다. 이를 통해 선저경사각과 종방향 무게중심을 결정하기 위한 침수용골길이의 하한선이 필요할 것으로 판단하여,  $L_{WL}$ 의 5%를 침수용골길이의 하한선으로 설정하였다.

활주선의 설계시 속도성과 항주자세를 고려하여야한다. 여기서 항주자세는 트림과 부상량, 또는 두요소를 합쳐서 침수용골길이를 나타낸다. 항주자세에 따라 불안정운동, 시인성과 같은 운용적인 문제점이 존재하기 때문에, 트림과 부상량은 되도록 억제되는 편이 유리하나, 그에 따라 저항 성능이 감소한다. 따라서 두 요소간의 적절한 타협이 필요하다. Table 4는 앞서 언급한 저항성능 및 침수용골길이 조건을 기반으로 선저경사각과 종방향 무게중심에 따른 1차 선정결과를 나타낸다.

여기서 파랑색 음영은 저항값이 최소저항값 대비 130% 이상인 경우이며, 주황색 음영은 침수용골길이가  $L_{WL}$ 대비 5% 이하인 경우를 나타낸다. 저항값을 최소저항값 대비 130% 까지 선정한 이유는, 1차 선정결과를 바탕으로 2차선정부분이 존재하기 때문에 문제되지 않는다고 판단하였다. 또한 저항값이 최소가 되는 구간에 상당부분이 침수용골길이가 0으로 도출되었으며, 이를 현재는 수치해석적 오류로 판단하고 있기 때문이다. 위 두 경우를 제외한 값을 바탕으로 최적 선저경사각 및 종방향 무게중심 범위를 선정하였다.

Table 4. Classified results of test conditions

Index	LCG	Deadrise angle				
		$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$
$L_0$	2.211	12 / 2.211	14 / 2.211	16 / 2.211	18 / 2.211	20 / 2.211
$L_1$	2.110	12 / 2.110	14 / 2.110	16 / 2.110	18 / 2.110	20 / 2.110
$L_2$	2.008	12 / 2.008	14 / 2.008	16 / 2.008	18 / 2.008	20 / 2.008
$L_3$	1.907	12 / 1.907	14 / 1.907	16 / 1.907	18 / 1.907	20 / 1.907
$L_4$	1.806	12 / 1.806	14 / 1.806	16 / 1.806	18 / 1.806	20 / 1.806

Fig. 16은 Savitsky(1964)에 언급된 트림각과 Drag-Lift Ratio의 상관그래프로, 주어진 선저경사각 및 선폭에 따른 저항성분의 비율과 최소 Drag-Lift Ratio를 갖는 최적 트림각을 확인할 수 있다. 여기서 Drag-Lift Ratio가 낮을수록 상대적으로 저항값은 낮고 양력값이 높다고 할 수 있다. 이러한 경향은



본 개발선에서도 나타날 것으로 판단하였으며, 본 연구에서는 이러한 고속활주선의 특징을 바탕으로 종방향 무게중심을 선정하였다.

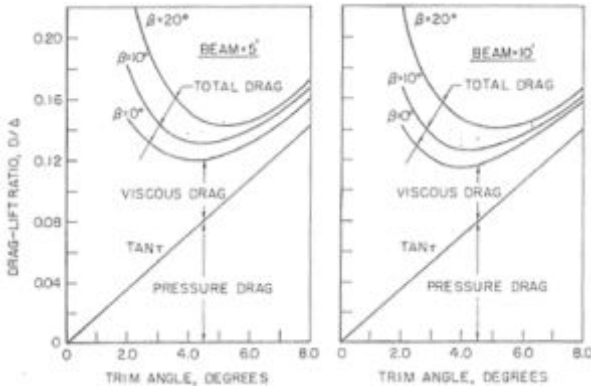


Fig. 16. Variation of Drag-Lift ratio for prismatic planing surfaces (Savitsky, 1964).

종방향 무게중심을 선정하기에 앞서, Fig. 17~18와 같이 선저경사각과 종방향 무게중심에 따른 트림각 및 Drag-Lift Ratio에 대해 고찰하였다. 이때, 선저경사각 및 종방향무게중심의 범위는 저항성능 및 침수용골길이 조건을 만족하는 범위(Table 4의 흰색음영)로 선정하였다. 전반적으로 트림각의 경향은 선저경사각보다 종방향 무게중심에 따라 변하는 것을 확인하였다. 트림각은 종방향 무게중심이  $L_{CB}$ 에 위치할 경우 선저경사각의 증가에 따른 큰 차이를 보이지 않으나, 종방향 무게중심이  $L_3$  이상 위치할 경우 선저경사각에 따라 큰 차이를 보였다. 한편, Drag-Lift Ratio의 경우, 전반적으로 저항값과 유사한 경향을 보였다.

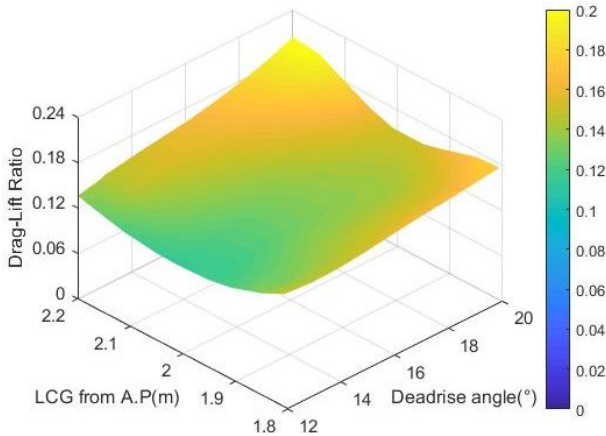


Fig. 17. Comparison of Drag-Lift Ratio.

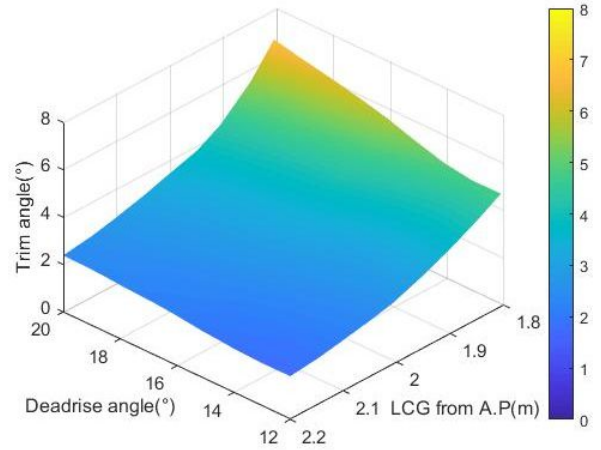


Fig. 18. Comparison of Trim angle.

Fig. 19은 본 개발선의 트림각과 Drag-Lift Ratio의 상관그래프를 나타낸다. 점선의 경우, 선저경사각에 따른 추세선을 나타내며, 적색선과 겹치는 부분은 Drag-Lift Ratio가 최소가 되는 트림각의 위치를 나타낸다. 전반적으로 최적 트림각은 약 2.7~3.7°에서 형성되는 것을 확인하였다. 이를 바탕으로 종방향 무게중심은  $L_2$ - $L_3$ 에서 Drag-Lift Ratio가 최소가 되는 트림각과 근접한 것을 확인할 수 있었다.

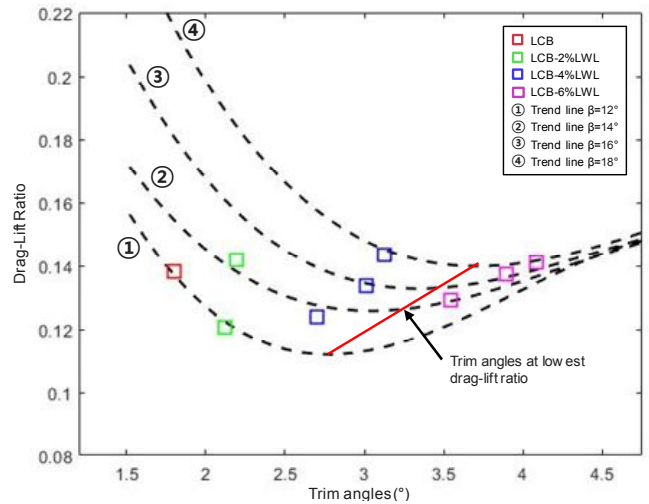


Fig. 19. Variation of Drag-Lift ratio for initial hull form.

#### 4. 결론

본 연구에서는 18.5ft급 경기용 배스보트의 주요요목 결정 및 선형을 개발하고, 선저경사각 및 종방향 무게중심을 결정하기 위해 상용코드인 STAR-CCM+를 이용하여 수치해석을 수행하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1) 경기용 배스보트는, 일반적인 고속활주선과 다르게, 호수나 강과 같이 파랑이 없는 환경조건에서 운용되고 경기 특성상 추진효율이 극단적으로 향상시키기 위해 높은 선속과 상대적으로 낮은 선저경사각이 요구된다. 하지만 항주자세에 따라 불안정운동, 시인성과 같은 운용적인 문제점이 존재하기 때문에, 위 요소간의 적절한 타협이 필요하다.

2) 길이 16~21.5ft의 경기용 배스보트에 대한 해외 실적자료를 통계적으로 분석하였다. 전반적으로 선폭과 선미부 깊이는 밀집도가 높은 반면, 배수량의 밀집도가 다소 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 이는 제조사별 특정 길이에 배수량에 따라 시리즈 선형이 존재하기 때문인 것으로 판단하였다. 선저경사각의 경우, 길이에 따른 경향을 파악하기 힘들며, 10~16°에 위치하는 것을 확인할 수 있다. 이는 각 제조회사별 기준모델을 바탕으로 길이등급에 따라 제작되는 환경과 경기용 보트라는 특성인 것으로 판단된다.

3) 따라서 선저경사각과 종방향 무게중심은 수치해석 결과를 바탕으로 결정하였다. 선저경사각의 경우 저항성능 및 침수용골길이를 기반으로  $16^\circ \geq \beta \geq 14^\circ$ 의 범위로 설정하였다. 또한 종방향 무게중심은 트림각과 Drag-Lift Ratio의 상관 그래프를 바탕으로 4%  $L_{WL}$ 부터 6%  $L_{WL}$ (2.008~2.110 m)로 선정하였다. 이를 통해 본 개발선의 선저경사각에 따른 최적 트림각 및 최저 Drag-Lift Ratio를 확인하였다.

4) 향후 연구로, 개발된 경기용 배스보트의 초기선형을 바탕으로 생산설계를 수행할 예정이며, 생산설계 이후 시제선을 건조하여 해상시운전 시험에 대한 연구를 진행하고자 한다. 또한 수치해석상 침수용골길이가 0으로 수렴하는 구간에 대해서 수치해석 연구가 필요하였다.

## 후 기

본 연구는 전라남도청의 2017년 지역수요맞춤형연구개발사업(B0081211000031)의 지원을 받아 수행한 연구입니다.

## References

- [1] Battistin D. and A. Iafra(2003), A Numerical Model for Hydrodynamic of planing Surfaces, Proc. 7th Int. Conf. Fast Sea Transportation FAST2003.
- [2] Begovic, E. and C. Bertorello(2012), Resistance assessment of warped hull forms, Ocean Eng. 56, pp. 28-42.
- [3] Caponetto, M.(2001), Practical CFD Simulations for planing hulls, HIPER.
- [4] 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 Ocean Engineering and Technology, Vol. 18, No. 1, pp. 80-84.
- [5] Kihara, K. and T. Ishii(1986), A New Method of Initial Design for High Speed Craft(2), Trans. of WJSNA, Vol. 72, pp. 293-300.
- [6] Kim, D. H., I. D. Seo, K. P. Rhee, N. W. Kim and J. H. Ahn(2015), A model Test Study on the Effect of the Stern Interceptor for the Reduction of the Resistance and Trim Angle for Wave-piercing Hulls, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 52, No. 6, pp. 485-493.
- [7] Kim, J. N., U. C. Jeong, J. W. Park and D. J. Kim(2006), A Study on the Initial Hull Form Development and Resistance Performance of a 45 Knots Class High-Speed Craft, Journal of Ocean Engineering and Technology, Vol. 20, No. 1, pp. 32-36.
- [8] Kim, S. W., K. C. Seo, D. K. Lee and G. W. Lee(2017), A Numerical Study on Motion Control of Wave-Piercing High-Speed Planing Craft in Calm Water using Appendages. Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 23, No. 3, pp. 320-329.
- [9] Koelbel, J. G.(1978), Performance Prediction, Small Craft Engineering Resistance, Propulsion and Sea keeping. SNAK
- [10] Laroche, D., R. Connolly, C. Elie and M. Gundjian(2000), Thermoforming Simulation and Experimental Validation on a Bass Boat Hull, ANTEC 2000 Conference proceedings, Vol. 2, pp. 778-782.
- [11] Mercello, I.(2015), Hydrodynamics of Planing hull by CFD, Thesis for the Degree of Master of Science.
- [12] Niwa, S.(2002), Engineering of High Speed Boat (Resistance and Propulsion), A Foundation of Ship and Ocean (in Japanese).
- [13] Savitsky, D.(1964), Hydrodynamic Design of Planing Hulls. Marine Technology, Vol. 1, No. 1, pp. 71-95.

Received : 2018. 10. 02.

Revised : 2018. 11. 13. (1st)

: 2018. 12. 03. (2nd)

Accepted : 2018. 12. 28.