

2008年 2月  
博士學位論文

海洋레저 環境分析과 實驗的 基盤에 依한  
高速 레저선 船型開發에 關한 研究

A Study on the Hull Form Development of High Speed Leisure Boats  
on the Basis of Experiment and Analysis for Ocean Leisure Environment

朝鮮大學校 大學院

尖端海上運送시스템工學科

李 一 秀

海洋레저 環境分析과 實驗的 基盤에 依한  
高速 레저선 船型開發에 關한 研究

A Study on the Hull Form Development of High Speed Leisure Boats  
on the Basis of Experiment and Analysis for Ocean Leisure Environment

2008年 2月 25日

朝鮮大學校 大學院

尖端海上運送시스템工學科

李 一 秀

海洋레저 環境分析과 實驗的 基盤에 依한  
高速 레저선 船型開發에 關한 研究

指導教授 朴 濟 雄

이 論文을 工學博士學位申請 論文으로 提出함.

2007年 10月

朝鮮大學校 大學院

尖端海上運送시스템工學科

李 一 秀

# 李 一 秀의 博士學位 論文을 認准함

委員長	朝鮮大學校	教授	權 寧 燮	印
委員	메카情報通信研究所	博士	洪 忠 裕	印
委員	船舶安全技術公團	博士	金 周 男	印
委員	仁荷工業專門大學	教授	鄭 宇 哲	印
委員	朝鮮大學校	教授	朴 濟 雄	印

2007年 12月

朝鮮大學校 大學院



# 목 차

<i>List of Tables</i> .....	i
<i>List of Figures</i> .....	iii
<i>List of Photos</i> .....	v
<i>Nomenclatures</i> .....	vi
<i>Abstract</i> .....	viii
제 1 장 서 론 .....	1
제 1 절 연구의 배경 .....	1
제 2 절 연구의 목적 및 내용 .....	2
제 2 장 해양레저 환경분석과 산업현황 .....	5
제 1 절 해양레저산업의 특성 .....	5
제 2 절 국내 해양레저산업의 현황 및 전망 .....	7
제 3 절 서남권 해양레저산업의 환경분석과 전망 .....	26
제 3 장 고속 레이저선박의 특성과 연구동향 .....	37
제 1 절 고속 레이저선박의 특성 .....	37
제 2 절 고속 레이저선박의 연구동향 .....	39

<b>제 4 장 단동형 고속 파워보트 선형계획과 평가</b> .....	<b>42</b>
제 1 절 개 요 .....	42
제 2 절 통계적 해석에 의한 선형계획 .....	44
제 3 절 계획선형의 유체역학적 성능평가 .....	46
<b>제 5 장 터널형 고속 파워보트 선형계획과 평가</b> .....	<b>66</b>
제 1 절 개 요 .....	66
제 2 절 통계적 해석에 의한 선형계획 .....	67
제 3 절 계획선형의 유체역학적 성능평가 .....	68
<b>제 6 장 계획선형의 수치해석에 의한 특성분석</b> .....	<b>83</b>
제 1 절 개 요 .....	83
제 2 절 유동특성에 대한 수치 계산법 .....	84
제 3 절 단동형 계획선형의 유체역학적 특성 .....	88
제 4 절 Tunnel형 계획선형의 유체역학적 특성 .....	89
제 5 절 Tunnel형 계획선형의 구조 안정성 평가 .....	90
<b>제 7 장 결 론</b> .....	<b>110</b>
<b>참 고 문 헌</b> .....	<b>112</b>

## *List of Tables*

Table 2.1	해양레저활동의 종류 .....	5
Table 2.2	해양레저사업의 특성 .....	6
Table 2.3	국내 해양레저사업의 종류와 현황 .....	7
Table 2.4	국내 해양레저사업별 레저장비 보유현황 .....	8
Table 2.5	국내 레저시장규모 전망 .....	8
Table 2.6	해양레저 수요 현황과 전망 .....	10
Table 2.7	해양레저보트의 보유규모 전망 .....	11
Table 2.8	국내 해양레저산업의 향후 전망 .....	12
Table 2.9	국내 해양레저산업 성장의 필수요소 .....	13
Table 2.10	국내 해양레저산업 발전에 필수적인 인프라 .....	13
Table 2.11	해양레저분야의 애로사항 .....	14
Table 2.12	해양스포츠 보유장비 예측 .....	15
Table 2.13	레저선박의 검사대상 적용범위 .....	16
Table 2.14	레저선박 제조업체 현황 및 특징 .....	17
Table 2.15	국산 해양레저장비 기술수준(선진국 100) .....	19
Table 2.16	우리나라 해안의 환경특성 비교 .....	20
Table 2.17	마리나 및 보트계류장 조성시 고려사항 .....	21
Table 2.18	개발계획 중인 마리나, 보트계류장, 다기능어항 .....	22
Table 2.19	해양관광 권역별 개발 기본구상 .....	23
Table 2.20	국내 해양레저산업의 SWOT 분석 .....	24
Table 2.21	해양레저관련 자연환경 및 기반시설의 SWOT 분석 .....	25

Table 2.22	서남해안 계절별 풍속(m/s) .....	26
Table 2.23	평수구역 제7구 내 지점의 평균유의파고(m) .....	27
Table 2.24	평수구역 제7구 내 지점의 최대유의파고(m) 및 파향 .....	27
Table 2.25	서남권 관광개발 프로젝트 .....	30
Table 2.26	남해안 관광벨트 조성계획의 관광권별 개발방향 .....	31
Table 2.27	전남권 해양레저 기반시설 구축현황 .....	33
Table 3.1	특성에 따른 레저선박의 분류 .....	37
Table 4.1	Principal Dimensions .....	50
Table 4.2	Test Conditions .....	50
Table 4.3	Principal Dimensions of High Speed CWC .....	50
Table 5.1	Principal Dimensions of Powerboat shown in Photo 5.1 ..	70
Table 5.2	Principal Dimensions for Developed Powerboat .....	70

## *List of Figures*

Fig. 2.1	해양공간에 대한 인식의 변화 .....	9
Fig. 2.2	해양레저 유형별 해양관광 참여인구 전망 .....	11
Fig. 2.3	서남해안 해양 마리나 건설계획 분포 .....	32
Fig. 3.1	Relation Between Speed and Hull Form .....	39
Fig. 3.2	Typical Midship Section Shapes of Planing Hull Form .....	40
Fig. 4.1	Relation between Displacement(ton) and Length(m) .....	51
Fig. 4.2	Relation between Length and Draft .....	51
Fig. 4.3	Relation between Length and Breadth .....	52
Fig. 4.4	Relation between Length and Chine Breadth .....	52
Fig. 4.5	Relation between Length and Depth .....	53
Fig. 4.6	Hull Forms of 30FT Class Leisure Boat .....	54
Fig. 4.7	General Arrangement of 30FT Class Leisure Boat .....	54
Fig. 4.8	Layout of Side-Fin and Trim-Tab .....	55
Fig. 4.9	Sketch of High Speed CWC (FEL, Japan) .....	55
Fig. 4.10	Relation between Trim and Resistance .....	56
Fig. 4.11	Relation between Porpoising Limit, Trim and Deadrise Angle .....	56
Fig. 4.12	Comparison of Total Resistance, $R_t(g)$ .....	57
Fig. 4.13	Comparison of Trim .....	57
Fig. 4.14	Comparison of Sinkage at F.P.(%Lbp) .....	58
Fig. 4.15	Comparison of Sinkage at A.P.(%Lbp) .....	58
Fig. 4.16	Comparison of Sinkage at S.S.5.(%Lbp) .....	59
Fig. 4.17	Comparison of Wetted Surface Area Ratio .....	59
Fig. 5.1	Relation between Length and Displacement .....	71
Fig. 5.2	Relation between Length and Breadth .....	71
Fig. 5.3	Relation between Length and Draft .....	72

Fig. 5.4	Initial Lines of Tunnel Type Powerboat .....	72
Fig. 5.5	3-D Modeling .....	73
Fig. 5.6	Lines of Developed Powerboat .....	74
Fig. 5.7	Comparison of Total Resistance, $R_t(g)$ .....	75
Fig. 5.8	Comparison of Trim Angle .....	75
Fig. 5.9	Comparison of Sinkage at F.P (%Lbp) .....	76
Fig. 5.10	Comparison of Sinkage at A.P (%Lbp) .....	76
Fig. 5.11	Comparison of Sinkage at S.S.5. (%Lbp) .....	77
Fig. 6.1	One Dimensional Cell .....	94
Fig. 6.2	Perspective View of Numerical Grid System .....	94
Fig. 6.3	Surface Grid on Hull and Side-Fin .....	95
Fig. 6.4	Boundary Conditions .....	95
Fig. 6.5	Simulated Pressure Distributions on Hull Surface for Case-1, $V=30$ Knots ..	96
Fig. 6.6	Simulated Pressure Distributions on Hull Surface for Case-2, $V=30$ Knots ..	97
Fig. 6.7	Simulated Pressure Distributions on Hull Surface for Case-3, $V=30$ Knots ..	98
Fig. 6.8	Simulated Wave Patterns , $V=30$ Knots .....	99
Fig. 6.9	Perspective View of Grid System of Tunnel Type Powerboat .....	100
Fig. 6.10	Surface Grid of Tunnel Type Powerboat .....	100
Fig. 6.11	Simulated Wave Patterns for Case-1, $V=30$ Knots .....	101
Fig. 6.12	Simulated Pressure Distributions on Hull Surface for Case-1, $V=30$ Knots ..	102
Fig. 6.13	3-D Design of Tunnel Type Powerboat .....	103
Fig. 6.14	Modelling of Structure Analysis .....	104
Fig. 6.15	Application of Impact Pressure .....	106
Fig. 6.16	Displacement by Slamming Force .....	106
Fig. 6.17	Stress Distribution by Slamming Force .....	107

## *List of Photos*

Photo 4.1	Test Models for Case-1 .....	60
Photo 4.2	Test Models for Case-2 .....	61
Photo 4.3	Test Models for Case-3 .....	62
Photo 4.4	Wave Patterns for Case-1, $V_s = 30.0$ Knot .....	63
Photo 4.5	Wave Patterns for Case-2, $V_s = 30.0$ Knot .....	64
Photo 4.6	Wave Patterns for Case-3, $V_s = 30.0$ Knot .....	65
Photo 5.1	Tunnel형 Powerboat 예 (미국 Ocean Express Powerboats사) .....	77
Photo 5.2	Test Models .....	78
Photo 5.3	Wave Patterns for Case-1 .....	79
Photo 5.4	Wave Patterns for Case-2 .....	81

## *Nomenclatures*

$A_f$	: 선수 충격 가속도 (g),
$A_m$	: Midship에서의 단면적
$B$	: Ship Breadth
$B_c$	: Chine Breadth
$d$	: draft
$D$	: Ship Depth
$D_F / \cos \tau$	: Viscous Drag
$L$	: Ship Length
$L_{bp}, L_{pp}$	: Length Between Perpendiculars (m)
$L_{OA}$	: Length Over All (m)
$P$	: 최대승선인원
$R_{tm}$	: Total Resistance (kg)
$T$	: Gross Ton
$V$	: Ship Speed
$W$	: 배수량 (ton)
$\Delta$	: Displacement, ton
$S_\phi$	: $\phi$ 의 source
$\rho$	: 밀도
$t$	: 시간
$p$	: 압력
$\phi$	: 에너지, 난류 등의 스칼라 량
$\mu$	: 유체의 동점성계수



$g_i$	: 중력가속도
$\Gamma$	: 확산 계수
$\alpha_q$	: q번째 유체의 volume fraction( $0 \leq \alpha_q \leq 1$ )
$F_i$	: surface force or body force
$\tau$	: Trim Angle
$S_m$	: 질량 source 항
$u_j$	: j 방향 속도
$x_j$	: j 번째 좌표 (j=1이면 x, 2이면 y, 3이면 z)
$\Delta \cdot \tan \tau$	: Pressure Drag

# *Abstract*

A Study on the Hull Form Development of High Speed Leisure Boats on the Basis of Experiment and Analysis for Ocean Leisure Environment

Lee, Il-Soo

Advisor : Prof. Park, Je-woong, Ph. D.

Dept. of Advanced Marine Transportation  
System Engineering,

Graduate School of Chosun University

Although Korea is a maritime country surrounded by the sea in 3 sides, Korea has avoided the sea in the history rather than making it a part of life. Under the circumstances, the middle aged people or people in their prime of life mostly enjoyed basic water sports such as fishing and swimming instead of other active sports however today's young generation considers the sea, lake, river as a part of their living space and enjoy more active sports and the number of young people enjoying the water sports is increasing.

Considering the ocean leisure environment in Korea, more demand for ocean tour is expected as the accessibility to ocean tourist resources increased due to the opening of the West Coast Expressway, the expansion of airport facilities in Muan, Uljin, and Yangyang, and the construction of Busan New Port, and especially the fishing villages and fishing ports that have empathized the fisheries industry are changing to adapt ocean tourism industry such as windsurfing, yacht, and diving, and they need the ocean leisure equipments to support those ocean tourism industries.

There is a great variety of leisure equipments to enjoy ocean leisure sports however this study made statistical analysis of boats in Australia and Japan who have similar industrial structure as Korea centering on the hull design of high speed leisure boats and used the data for designing initial hull form of high speed leisure boat.

This study analyzed the ocean leisure environment, examined the direction of development for the leisure boat related technologies in Korea and their current issues, and searched for the solutions for such issues centering on the high speed leisure boat type development plan. Especially, this study discussed how the ocean leisure industry will develop in the southwestern region of Korea which will hold Yeosu Ocean Expo 2012 and has optimum natural environment for the industry.

This study discussed the current status and the prospect of ocean leisure industry, especially about the direction of development of leisure boat related technologies in Korea, the prospect of the development of ocean leisure sports industry in the southwestern region of Korea, current issues and possible solutions based on the assumption that the demand for ocean leisure sports in Korea will increase enormously

This study discussed the characteristics of and the research trend about the high speed leisure boat, designed the hull form of high speed leisure boat through systematic analysis based on the data of existing single hulled and tunnel type high speed leisure boats, and made hydromechanic performance evaluation through the tank test.

For the hull form plan of the single hulled high speed powerboats for which Korea has accumulated quite a bit of technological strength and which is popularly constructed in Korea, a small 3t class boat with the speed range of maximum 35 knots and approximately 7.0m of total length was designed based on statistical analysis of available data. The performance of the planned hull form was analyzed through the circulating water channel test.

For the tunnel type powerboat which is appropriate for relatively shallow coasts, puts out high speed while maintaining stability, a small boat with approximately 6.0~7.0m of total length was designed and the performance was analyzed through the circulating water channel test.

A commercial software, FLUENT 6.2 was used to analyze the hydromechanic characteristics of the planned hull form, and the calculation result was compared with the result of the circulating water channel test to determine whether this numerical analysis technique can be applied to the high speed gliding boat.

Using the fact that the sailing position of single hulled high speed leisure boat is largely affected by the increase of speed and the appendages such as side wings, this study made the flow analysis around the boat and analyzed its relationship with the resistance performance and compared the results with the model test results and suggested the possibility for application.

For tunnel type high speed leisure boat, the flow analysis around the boat was performed in reference to the tunnel depth and the change of shape and its relationship with the resistance performance was analyzed based on the model test, and the 3-dimensional structure analysis for slamming weight and the structure stability test were performed using the structural analysis software, NISA-II.

The following is the comprehensive conclusion of this study.

- This study examined and analyzed the ocean leisure environment and the status of the industry and talked about how the ocean leisure industry will develop. Especially, the southwestern region of Korea has excellent natural environment that it is expected to become the center of ocean leisure sports in Korea along with the Yeosu Expo 2012.

- This study statistically analyzed the overseas data of existing small and approximately 7m long high speed powerboats with the minimum speed of 30 knots and suggested the design schemes for two leisure boats that can be quite useful for determining major principle items when developing initial hull form.

- This study derived the correlation equation for determining the dimensions of major parts of the single hulled and tunnel type high speed powerboats using the data collected for this study.

- For single hull high speed power boat, the most excellent resistance performance was found when no appendages were applied in the medium speed range near 20~25 knot however the overall resistance performance was improved by attaching side wings near 30 knot.

- For such side wings can have great impact on the rolling stability, attaching side wings also appears to be a good scheme. When trim-tab was attached to the stern, the prow sank remarkably and greatly worsened the resistance that it is necessary to have further studies to find the optimum size for the trim-tab.

- For tunnel type high speed powerboat, the tunnel depth has great impact on the difference of resistance performance. Reducing the tunnel depth will give an advantage in terms of the resistance performance however it requires further studies considering the propulsion performance, and it is necessary to examine the structural stability considering the increase of pressure in the prow.

- The commercial CFD Code, FLUENT, can be quite useful in developing initial hull form of high speed leisure boat, and it is expected to estimate the hydromechanic performance more similar to actual phenomenon through large scale computing using parallel computer in the future.

# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구의 배경

최근 국민생활의 질적 향상과 소득 증대에 발맞추어 각종 레저에 대한 국민적 관심이 크게 증가하고 있다. 특히 주 5일제 근무가 정착됨으로 여가시간이 증가하고, 건강한 삶에 대한 욕구가 커지면서 레저 환경의 변화는 육지에서 바다로의 레저공간을 넓히면서 자연친화적이고 체험적인 해양레저의 확산을 가져오고 있다.

우리나라는 3면이 바다로 둘러싸여 있는 태생적인 해양국가임에도 불구하고 역사적으로 바다를 생활의 한 부분으로 여기지 못하고 기피의 대상으로 보아 왔다. 이러한 이유로 아직까지 “금년에는 물가에 가지마라”, “물가에 내놓은 어린아이 같다”와 같은 말들이 우리 생활 속에 뿌리 깊게 녹아 있다. 이러한 정서 속에 교육받고 성장한 중장년 세대는 적극적인 레저활동 대신 낚시, 수영 등 가장 기본적인 수상레저를 주로 즐겨왔다. 이와는 달리, 최근의 젊은 세대들은 바다(호수, 강 등을 포함)를 하나의 생활공간으로 여기면서 보다 적극적인 레저를 즐기고 있으며 그 수요는 점차 증가 추세에 있다.

영국, 네덜란드, 스웨덴 등 유럽 여러 나라나 이웃 일본의 경우 과거 수백 년 동안 정서적으로 혹은 생존을 위하여 바다와 가까이 하였고, 그 결과 오늘날에 와서는 세계적인 해양레저 국가가 되었듯이 머지않은 장래에 우리나라도 해양레저 강국으로 발돋움 할 것으로 기대된다.

국내 해양레저 환경을 살펴보면 서해안 고속도로 개통, 무안·울진·양양공항 시설확충, 부산 신항만의 건설 등으로 해양관광자원에 대한 접근도가 늘어나 내륙관광 못지 않게 해양관광의 수요 증가가 전망되며, 어촌·어항을 중심으로 하는 해양활동형 관광이 기대되고 있다. 더구나 어항의 수산업 기능에서 관광기능 등 다기능

어항으로 변화되어 윈드서핑, 요트, 수중잠수 등 해양스포츠 및 레저낚시 등이 활성화되어 해양관광의 중심기능을 수행할 것으로 전망되며, 이에 적합한 해양레저장비의 개발이 필요한 것으로 판단된다.

승용차의 보급이 확대되고 도로망의 확충으로 해안으로의 접근성이 용이해 짐에 따라 해양레저에 대한 수요가 가속화 될 전망이나 이를 뒷받침할 국내 해양레저산업은 취약한 실정이다. 특히 레저선박은 대부분 수입에 의존하고 있으며 국내 공급환경은 매우 열악한 실정이다.

해양레저보트는 고부가가치제품으로서 국내 수요의 수입대체는 물론 전략적인 수출이 가능한 제품이다. 정부와 지자체의 적극적인 정책지원과 2012년 여수 세계박람회 유치를 계기로 인하여 해양레저 기반시설의 확대 및 레저장비기술의 향상이 예상되며, 이는 기업규모가 영세한 중소 조선산업의 새로운 활로모색의 계기가 될 것으로 기대된다.

이러한 해양레저를 즐기기 위한 레저장비의 종류는 매우 다양하지만, 본 연구에서는 고속 레저선의 선형계획을 중심으로, 특히 우리나라와 산업구조가 유사한 일본과 최근 세계 레저선박의 강국으로 부상하고 있는 호주의 관련 기술 등에 대한 통계적 분석 등을 통하여 고속 레저선의 초기 선형계획 시 활용코자 하였으며, 향후 우리나라 레저선박산업의 발전방향과 현재의 문제점 및 그 해결을 위한 방안을 제시하고자 하였다. 그리고 우리나라 해양레저의 환경분석과 그에 적합한 고속 레저선박의 선형에 대한 연구를 함께 수행하였다.

## 제 2 절 연구의 목적 및 내용

본 연구에서는 우리나라 레저선박산업의 환경분석과 현재의 문제점 및 해결방안을 모색하고, 향후 연안뿐만 아니라 근해에서도 운용될 수 있는 고속 레저선의 단

동형 선형계획을 중심으로, 실적선 들에 대한 통계적 분석 등을 통하여 고속 레저선의 초기 선형계획에 활용코자 하였다.

국내의 해양레저 수요가 크게 증가할 것에 대비하여 해양레저 환경분석과 그에 적합한 고속 레저선박의 선형에 대한 연구를 수행하였으며, 개발된 선형의 기본성능은 고속회류수조에서의 모형시험을 통하여 확인하였다.

전산 유체 역학(Computational Fluid Dynamics : CFD)을 이용하여 유체역학적 특성 분석을 실시하였고, 모형시험 결과와의 비교를 통하여 CFD 기법의 고속 레저선 적용 가능성을 함께 검토하였다.

본 연구의 제 2 장에서는 해양레저산업의 개념과 특성을 살펴본 후 해양레저 환경분석 및 산업현황에 대하여 기술하였으며, 우리나라 해양레저산업의 SWOT 분석을 통하여 현재의 문제점 및 그 해결을 위한 발전방향에 대해 언급하였다. 특히 2012년 여수 세계박람회 유치와 더불어 최적의 자연조건을 갖춘 서남권 지역에 대한 해양레저산업에 대한 환경분석과 발전방향을 언급하였다.

제 3 장에서는 고속 레저선박의 특성과 연구동향에 대하여 조사하였으며, 특히 활주형 선박에 대한 선형개발 연구내용을 언급하였다.

제 4 장과 제 5 장에서는 각각 단동형 및 터널형 고속 레저선박의 실적선박 자료를 바탕으로 통계적 해석에 의한 선형을 계획하고, 계획선형의 회류수조시험을 통하여 모형시험 성능평가 등을 수행하였다.

제 6 장에서는 계획선형의 유체역학적 특성분석을 수행하였으며, 상용 S/W인 FLUENT 6.2[35]를 사용하였다.

단동형 고속 레저선박에서는 선속증가와 선측날개 등의 부가물에 의해 항주자세의 변화가 크게 일어나므로, 이에 따른 선체주위의 유동분석과 저항성능과의 관계



를 분석하고 모형시험결과와의 비교·분석을 수행하였다.

터널형 고속 레저선박에서는 터널 깊이의 형상변화에 따른 선체주위의 유동분석을 수행하고 모형시험에 의한 저항성능과의 관계를 비교·분석하였다.

특히 터널형 고속 레저선박의 경우에 있어서는 선수선저부에 강한 압력이 발생됨으로 인해 우려되는 구조안전성 평가를 위해 범용 구조해석 프로그램인 NISA-II[36]를 이용하여 Slamming 하중에 대한 3차원 정밀 구조해석을 수행하였다.

제 7 장에서는 본 연구논문의 종합적인 결론을 제시하였다.

## 제 2 장 해양레저 환경분석과 산업현황

### 제 1 절 해양레저사업의 특성

해양레저사업이란 해양레저활동과 관련한 각종 서비스업, 해양레저시설 및 해양레저장비제조 산업을 포함하는 광범위한 개념으로 해양공간에 의존하거나 연관되어 이루어지는 모든 레저활동을 말한다. 해양레저활동은 해양 의존형과 해양 연관형으로 구분할 수 있으며, 해양레저에 대한 세계적인 추세는 활동적인 측면에서 정적인 레저에서 동적인 레저로, 휴양형에서 관광형으로 그리고 스포츠형으로 발전하고 있다.

Table 2.1 해양레저활동의 종류

해양 의존형	스포츠 형	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 보딩 : 서핑, 윈드서핑</li> <li>- 요트 및 보트 : 세일링 요트, 카누, 동력요트, 젣트스키 등</li> <li>- 다이빙 : 스노클링, 스쿠버다이빙 등</li> <li>- 고무보트, 바나나보트, 수상오토바이, 수상스키 등</li> </ul>
	휴식형	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해수욕 : 바다수영, 물놀이, 일광욕 등</li> <li>- 조간대 수렵 : 조개잡이, 꽃게잡이 등 해변 동식물 채취</li> <li>- 바다낚시 : 해안낚시, 낚시보트, 암벽낚시, 낚시공원 등</li> </ul>
	유람형	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해상 유람 : 관광 유람선, 여객선 등</li> <li>- 해중경관관람 : 관광잠수정, 해중전망대 등</li> </ul>
해양 연관형		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 비치스포츠, 모래놀이, 해변 레크리에이션 활동 등</li> <li>- 해안경관 조망, 산책, 조깅 등</li> <li>- 해양문화탐방 : 해양생물 관찰, 문화재 답사 등</li> </ul>

자료: 이수호, 우리나라 해양레저산업의 현황과 전망, 2001.6[1]

해양레저사업의 특성은 Table 2.2에서 보다시피 적합한 수온을 유지하면서 교통 시설이 양호한 쾌적한 해양환경이 중요하며, 레저선박의 감성적 하이테크 기술과 보트계류장 기반시설을 필요로 한다.

현재 우리나라의 해양레저활동은 친수형이 대부분이나 소득 및 여가 증대에 따라서 스포츠형에 대한 수요증가가 예상되며, 스포츠형 해양레저의 대표적인 주요장비로서는 요트, 파워보트, 낚시전용선, 유람선, 보급형 인력선 모터, 윈드서핑, 제트스키 등이 있다.

**Table 2.2 해양레저사업의 특성**

구 분	특 성
입지 여건	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 온화한 날씨 및 풍부한 일조량으로 활동기간이 길어야 함.</li> <li>- 주변의 수려한 해안경관과의 연계가 가능하여야 함</li> <li>- 교통시설의 확보로 인력수송 및 관련설비의 수송이 편리함</li> <li>- 어항·수산물가공 등 지역특산물 관련산업과 연계가 가능</li> </ul>
인위적 연출을 통한 부가가치 창조 가능 (5S의 활용)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sun(태양) : 태양을 반영한 적절한 공간배치</li> <li>- Sea(바다) : 쾌적한 해양환경</li> <li>- Sand(모래) : 가장 기본적인 시설, 청결한 모래사장</li> <li>- Sex(성) : 인간 행동욕구의 기본</li> <li>- Sound(건전성) : 인간과 자연의 적절한 조화</li> </ul>
해양레저 장비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공학/과학적인 이론과 경험에 바탕을 둔 하이테크 기술</li> <li>- 소비자 욕구에 부응할 수 있는 감성적 디자인이 필요</li> <li>- 특화된 중소기업 형태로 발전</li> </ul>
해양레저 시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정박시설 : 지역특성 및 해양여건을 고려한 특화시설이 필요</li> <li>- 보트하우스 : 보트의 종류/크기에 따른 다양한 시설물 필요</li> <li>- 리조트 : 연령별 선호도가 서로 상이함</li> </ul>

## 제 2 절 국내 해양레저산업의 현황 및 전망

### 2.1 국내 해양레저사업의 종류와 현황

국내 해양레저사업은 해상여객운송사업, 유·도선사업, 낚시 어선업 및 수상레저사업 등 5개 사업으로 분류할 수 있으며, 사업별 관련법규는 Table 2.3와 같다.

**Table 2.3** 국내 해양레저사업의 종류와 현황

관련사업	관련법규	정의 및 내용
수상레저사업	수상레저안전법 (1999년 제정)	-수상레저기구를 대여하는 사업이나 수상레저활동자를 수상레저기구에 탑승시키는 사업을 말함
해상여객운송사업	해운법 (1984년 제정)	-해상 또는 해상과 연접한 내륙수로에서 여객선으로 사람 또는 사람과 물건을 운송하거나 이에 수반되는 업무를 처리하는 사업
유선 및 도선사업	유선 및 도선사업법 (1993년 제정)	-유선사업은 유선 및 유선장을 갖추고 하천 호소(湖沼) 또는 바다에서 어업 관광 기타 유락(遊樂)을 위하여 선박을 대여하거나 유락하는 사람을 승선시키는 것을 영업으로 하는 것 -도선사업은 도선 및 도선장을 갖추고 하천 호소(湖沼) 또는 바다목에서 사람 또는 사람과 물건을 운송하는 것을 영업으로 하는 것
낚시사업	낚시어선업법 (1995년 제정)	-어선업법에 의해 등록된 어선에 수산동식물을 포획/채취코자 하는 자를 승선시켜 하천 호소(湖沼) 또는 바다의 낚시장소에 안내하거나 당해 선상에서 수산동식물을 포획/채취토록 하는 영업

자료: 한국해양수산개발원, 「해양레저사업의 법제 개선방안, 2002.11[2]

국내 해양레저산업분야에서 보유하고 있는 레저사업별 레저장비 보유현황을 보면 Table 2.4와 같다. 특히 낚시사업과 수상레저사업에 사용되는 선박은 전형적인 레저선박이며, 최근 모터보트를 비롯한 레저용 보트의 비중이 39.5%를 차지하고 있으며, 낚시어선 이용객의 꾸준한 증가에 힘입어 낚시어선에 대한 수요도 연평균 15~20%의 성장세를 보이고 있다.

**Table 2.4** 국내 해양레저사업별 레저장비 보유현황

관련사업	선박현황	내용
수상레저사업	레저용보트 5,632대 (2007. 11)	-모터보트를 비롯한 레저용 보트의 비중이 39.5%를 차지함 -개인이 소유하고 있는 레저기구를 합할 경우 총 15,072척으로 추정됨
해상여객운송사업	연안여객선 등록척수 총 182척 (2003. 6)	-일반항로에 취항하고 있는 선박이 140척이고, 낙도보조항로에 취항하고 있는 선박이 42척임
유선 및 도선사업	유선 718척, 도선 119척 (2002.4)	-유도선의 영업형태는 낚시 유선 401척, 해상관광지 유람선 213척, 해수욕장영업 104척, 일반도서 교통수단 119척
낚시사업	총 8,358척 (2007.11)	-5톤 미만이 전체 낚시어선의 82%를 차지 -최근 낚시어선 및 이용객은 연평균 15~20%의 증가세

자료: 한국해양수산개발원, 『해양레저사업의 법제 개선방안』, 2002.11, 재구성[2]

유럽, 호주, 미국 등 선진국의 인구 천명당 레저선박 보유현황(합계)이 국내의 약 5,000배 정도로 추정된다. 이와 같은 열약한 국내 레저시장에도 불구하고 국내 주요 스포츠형 해양레크리에이션 공간을 조사한 바에 따르면[3], 국내 해양레저사업은 환경적, 지역적 여건이 전반적으로 우수한 것으로 분석되었다.

## 2.2 국내 해양레저산업의 전망

주 5일제 실시 및 소득증대의 요인으로 국내 해양레저산업의 수요증대 요인이 확대되고 있는 추세에서 해양 공간이용에 대한 인식이 Fig. 2.1과 같이 변화되고 있다. 즉 도시공간은 레크리에이션 및 숙박시설 등으로 확대 발전되고 있으며, 어장 또한 해양스포츠 및 해변공원으로 인식이 변화되고 있다.

종 전		변 화	
도시 공간		도시 공간	
해안선	해안침식	-주거 -레크리에이션시설 -공원	-교통시설 -숙박시설 -이벤트홀
어 장		-해변 공원(워터프론트) -해양레저 시설	해 안 정온해역
파도의 내습		-해양스포츠 -수산업(양식)	
외 해		친환경해역제어시설	
		외 해	

**Waterfront 계획**  
-해안선의 정비  
-활동공간의 확대  
-활동종류의 다양화

자료: 일본 건설성, MMZ(marine multi-zone) 구상, 1987[4]

Fig. 2.1 해양공간에 대한 인식의 변화

우리나라의 해양레저산업에 대한 수요는 해양수산부의 해양개발 기본계획[5]에 의하면 평균 3.5% 정도의 증가가 예상되며, 레저선박의 경우는 수입에 의존하고 있는 상황에서 타 산업과 비교하더라도 고부가가치를 창출할 수 있으며 경쟁력이 있는 것으로 분석된다.

한국레저산업연구소에 따르면 Table 2.5에서 보는바와 같이 국내 레저산업 시장 규모는 2005년 대비 2006년 6.3%, 2010은 2005년 대비 36.9% 성장할 것으로 예측하고 있으며, 같은 기간 동안 국내 레저시장의 연평균 성장률은 6.5% 이다. 1인당 연간 레저 지출비는 2010년 경우 2005년 대비 34.3% 증가할 것으로 예상하고 있다.

**Table 2.5 국내 레저시장규모 전망**

구분	단위	2005	2006	2007	2008	2010
경제성장률	%	4.0	5.0	4.5	4.5	4.5
국내총생산(A)	10억원	806,622	846,963	855,066	924,894	1,010,007
GDP에서 차지하는 레저비 지출비중(B)	%	3.66	3.7	3.7	3.8	4.0
레저시장 규모(C=A*B)	10억원	29,507	31,337	32,747	35,146	40,219
전체인구(D)	천명	48,294	48,497	48,497	49,877	49,219
1인당 연간 레저비(E=C/D)	천원	611.0	646.2	672.5	719.1	820.9

자료: 서천범. 2006 레저백서, 2006, 재구성[6]

현재 세계 관광객의 70%가 해양관광객이며 우리나라 해양관광의 참여인구는 Table 2.6에서 보는바와 같이 2003년 기준 약 9,200만 명 수준으로 전체관광 참여인구의 약 26%를 차지하고 있으나, 주5일 근무 시행 등 근로시간 단축 등에 따라 2010년에는 31% 11,600만 명 수준으로 증가될 전망이다.

특히 Fig. 2.2의 국내 해양레저의 유형별 참여인구 전망을 보면 해수욕은 2000년 6,364만 명에서 2010년 8,308만 명으로 약 30% 증가가 예상되나, 해양스포츠분야는 같은 기간 동안 155만 명에서 637만 명으로 꾸준히 증가하여 약 4배(400%) 이상 증가가 예상된다. 따라서 해양스포츠분야의 활성화로 레저선박의 개발 필요성이 대두되고 있다.

Table 2.6 해양레저 수요 현황과 전망

단위 : 천명, %

구분	1997	1998	2000	2003	2010
총관광 참여자수(A)	317,337	301,795	326,232	343,853	369,526
해양관광 참여자수(B)	74,143	72,129	84,404	92,060	116,431
(B/A)	(23.4)	(23.9)	(25.9)	(26.8)	(31.4)
- 해수욕	56,579	55,042	63,643	68,741	83,080
- 바다낚시	5,200	5,059	5,849	6,578	8,658
- 해양스포츠	1,034	1,006	1,547	2,394	6,368
- 해양연관형	11,330	11,022	13,338	14,347	18,325

자료: 해양수산부. 해양관광진흥 기본계획. 2004[7]

주: 관광 참여자수는 인구에 1인당 연평균 관광 참여 회수를 곱한 것임

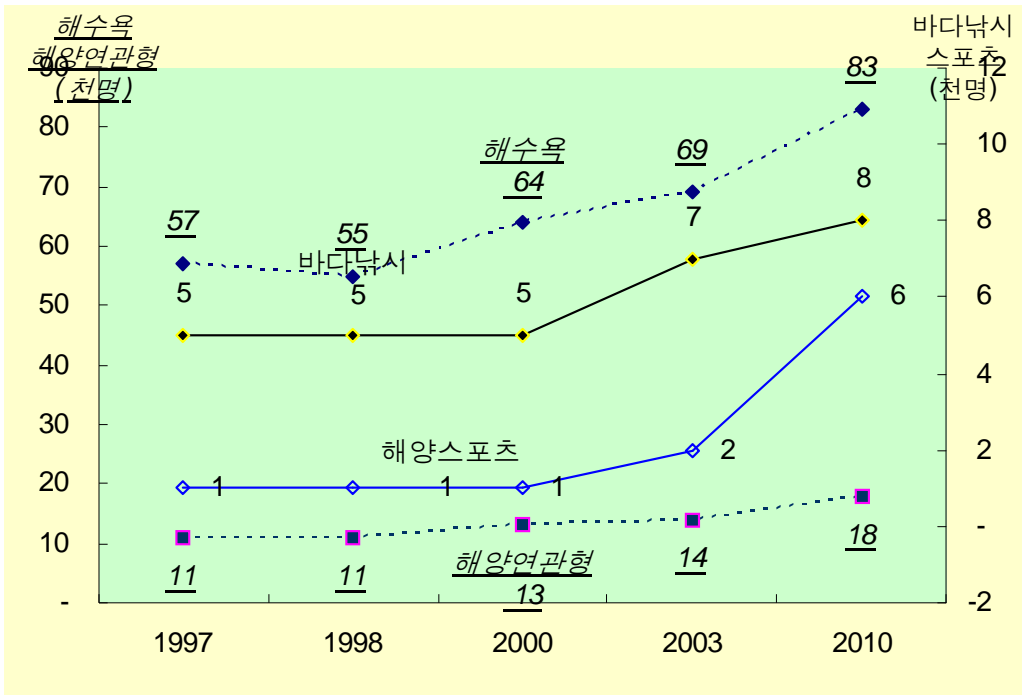


Fig. 2.2 해양레저 유형별 해양관광 참여인구 전망



해양레저보트의 규모는 Table 2.7에서와 같이 협의의 보트는 2003년 3,570척에서 2012년 약 25,700척, 유도선선박과 낚시선박을 포함하는 광의의 해양레저선박은 2003년 약 12,000척 규모에서 2012년 약 50,000척으로 증가할 것으로 전망된다. 바다낚시, 해양스포츠 등이 확대되면서 레저선박의 수요도 더욱 증가될 것으로 기대된다.

**Table 2.7** 해양레저보트의 보유규모 전망

	2003년	2007년	2012년	연평균 증가율(%)
협의의 해양레저보트	3,570	10,500	25,700	24.5
광의의 해양레저선박	12,000	22,500	50,000	17.2

주: 신제품 수요예측시 많이 사용되는 기술대체곡선(Gompertz Curve, Logistic Curve 등)을 이용하여 국내 해양레저보트의 보유규모를 추정함

국내 해양레저산업의 전망은 Table 2.8의 산업연구원 수요자 조사를 통하여 알 수 있듯이 매우 긍정적 답변을 얻었다. 즉 국내 관광업체 전체의 83.3%가 '아주 밝다'거나 '밝다'고 응답하여 해양레저산업의 향후 전망이 낙관적이라는 견해를 나타냈다. 이같은 응답은 삼면이 바다인 지형적 자연조건, 주 5일제 실시, 향후 소득증가 가능성 등에 기인한다고 평가된다.

**Table 2.8** 국내 해양레저산업의 향후 전망

	아주 밝음	밝음	어두움
국내 해양레저시장 전망	58.3%	25%	16.7%

자료: 산업연구원, 실태조사, 2003. 7[8]

국내 해양레저산업의 성장 필수요소에 대한 실태조사 내용을 보면 Table 2.9에서 보는 바와 같이 가장 필요한 요소는 마리나, 요트항구, 계류장 등 해양레저 기반시설 확충이라고 응답한 비율이 50.2%로 가장 높았으며, 해양레저관련 법제 개선, 장비산업의 발전이라고 응답한 내용도 각각 12.4%가 있었다. 즉 국내 해양레저산업이 성장하기 위해서는 성장장애요소인 해양레저기반시설의 확충 및 관련법의 보완이 매우 절실한 상태임을 알 수 있다.

**Table 2.9** 국내 해양레저산업 성장의 필수요소

성장 필수요소	응답률
해양레저관련 법제 개선	12.4%
해양레저 기반시설 확충	50.2%
국내 해양레저장비산업의 발전	12.4%
원활한 해외장비 수입	-
기타	25%

자료: 산업연구원, 실태조사, 2003. 7[8]

주: 기타의견으로 “휴양시설, 교통, 해양장비 등 기반확충을 통한 해양레저수요의 증대”, “수입 해양레저장비의 특소세 인하” 등이 제시됨.

국내 해양레저산업의 발전에 필수적인 인프라는 Table 2.10에서 보는 바와 같이 마리나, 피셔리나 등 기반시설에 대한 응답율이 42.9%로 가장 높았고, 해안접근성이 용이한 교통시설 확충이라고 응답한 내용도 14.2% 있었다. 기타의견(42.9%)으로는 ‘관세인하’, ‘보트 접안시설의 확충’, ‘해양레저인구 확대를 위한 지원’ 등이 다양하게 제시되었다.

**Table 2.10** 국내 해양레저산업 발전에 필수적인 인프라

필수 인프라	응답률
Marina, Fisherina 등 기반시설	42.9%
소형선박조종사 등 관련인력 양성기관	-
다양한 국제행사(국제보트쇼 등) 유치 및 개최	-
품질인증 및 시험평가기관 확충	-
해안 접근성이 쉽도록 교통시설 확충	14.2%
기타	42.9%

자료: 산업연구원, 실태조사, 2003. 7[8]

해양레저분야의 애로사항으로는 Table 2.11에서와 같이 해양레저인구의 부족(31.3%)을 가장 큰 애로로 지적했고, 이밖에 해양레저 기반시설 부족(25.0%), 고가의 해양레저장비(25.0%) 등의 순으로 조사되고 있다. 이는 지속적인 해양인구 유출 및 노령화로 지역성장 잠재력이 감소하고 있으며, 해양수요의 활성화 방안 미흡, 소규모 보트 계류장 및 기존 항구를 이용한 기반시설 미흡, 높은 수입관세 및 수입장비에 의존한 레저장비의 고가화 등이 주요 원인으로 분석되고 있다.

**Table 2.11 해양레저분야의 애로사항**

항 목	응 답 률
해양레저인구 부족	31.3%
해양레저 기반시설 부족	25.0%
비수기의 장기화	-
고가의 해양레저장비	25.0%
해양레저장비의 A/S의 어려움	-
해양레저장비 조종 면허자 부족	-
해양레저에 대한 비판적 인식	-
정부의 지원 미비	18.7%

자료: 산업연구원, 실태조사, 2003. 7[8]

현재 5만 명을 넘긴 조종면허자중 모터보트의 경우 이를 해양레저를 위한 개인적 보팅에 활용하는 경우는 상당히 미미하다. 요트의 경우 보유대수나 면허소지자가 얼마 되지 않고, 이용형태 역시 보팅 인프라의 부족으로 인한 제반 문제, 법과 제도적 지원 미비, 부정적이고 소극적인 레저선박에 대한 의식과 문화에 기인한다고 할 수 있다.

## 2.3 국내 해양레저산업의 환경분석

국내 조선산업의 경쟁력은 우수한 인력, 규모의 경제를 창출하는 설비, 선형 및 선종개발과 설계능력, 기업간의 지속적인 협력, 단일 공정에서의 생산성 향상 등으로 세계 1위의 조선산업과 세계 8위의 해운산업을 갖고 있다. 그러나 조선산업의 급변하는 글로벌 환경에서 우리나라 조선산업이 지속적인 경쟁력을 확보하는 데는 많은 과제를 안고 있으며, 특히 레저선박 산업이 발달하지 못한 상황이다.

레저선박 산업과 시장은 이미 해양의 개방성만큼 열려있는 동시에 해양의 창의성 만큼 새로운 도전을 요구한다. 따라서 우리나라 레저선박의 산업과 시장은 이전의 조선산업이나 제조업의 생산 및 마케팅 전략과는 확실히 차별화된 통합적인 정책과 글로벌 환경에서의 시장전략을 필요로 한다.

우리나라의 해양관광 장비보유 전망을 예측해 보면 Table 2.12와 같다. 모터보트의 경우는 2010년에 1만 척을 넘어 대중화되고, 요트의 경우는 2010년에 2천 여척 이상이 될 것으로 전망되었으며, 윈드서핑의 증가세가 가장 높게 예상되어 2010년에 약 7천 여척, 수상오토바이 등도 3천 여척이 넘을 것으로 전망된다. 해양관광인구의 증가 추세와 함께 관련레저장비산업도 크게 증가할 것으로 예측되고 있다.

**Table 2.12** 해양스포츠 보유장비 예측

(단위 : 척)

종 목	1997	2003	2010	비 고
모터보트	1,280	3,822	11,070	2011년의 요트 수요 2,359척
요 트	430	995	2,118	
수상오토바이	705	1,631	3,169	
윈드서핑	790	2,359	6,832	
계	3,205	8,807	23,189	

자료: 선박검사기술협회, 수상레저 안전관리에 관한 연구. 2004[9]

국내 중소형 조선업체는 부산, 경남과 전남지역을 중심으로 집중적으로 분포하고 있으며, 부산에는 강선업체가 다수, 전남지역은 FRP선 업체가, 통영에는 목선업체가 분포하고 있으며, 이중 FRP 선박이 지속적으로 늘어나는 추세이다.

2002년 기준으로 한국중소조선기술연구소에 등록된 국내 중소형 조선소는 약 200여 개소이며, 한국조선공업협동조합에 등록된 10톤 미만의 소형 FRP선 건조업체는 총 21개소이다. 이런 시장이 레저선박 시장을 대변하거나 바로 연계 시 할 수는 없지만 레저선박과 연계 할 수 있는 중소조선소의 시장 환경을 간접적으로 알 수 있다.

세일요트 또는 소형 모터보트 등 5톤 미만의 레저선박 중 사업용을 제외한 선박은 등록 및 안전검사 대상에서 제외되어 있어 정확한 현황 파악 곤란하고 보험가입 회피 및 안전관리 등이 미흡하며, 선체 12미터 미만 선박은 평수구역내에서만 항행이 가능하는 등 자유로운 활동이 곤란하다. 이로 인하여 레저선박에 대한 관련 산업의 미발달로 수입 선박이 대부분을 차지하고 있는 실정이다.

하지만 Table 2.13에서와 같이 최근 관련법이 개정되어 검사대상이 확대됨에 따라 보다 정확한 안전검사 실시로 레저선박의 안전성 확보 및 품질 향상에 많은 기여가 될 것으로 예상되고 있다. 이로 인하여 낚시어선 이용객의 꾸준한 증가에 힘입어 낚시어선에 대한 수요도 연평균 15~20%의 신장세를 보이고 있다.

**Table 2.13 레저선박의 검사대상 적용법규**

법령	검사 대상
선박안전법 (2007.4.11 개정)	-모든 선박(군함 및 경찰용 선박 제외) -모터보트(선외기 20마력 미만), 요트, 호버크래프트 -부유식 해상구조물(이동식 시추선, 수상호텔, 수상식당 등)
수상레저안전법 (2006.9.27 개정)	-모터보트(선외기 20마력 이상), 수상오토바이 -고무보트(추진기관 30마력이상)

자료: 법제처, 법령집, 2007[10]

국내 소형 FRP 조선업체에서 생산하는 각종 선박 중 레저선박의 생산규모와 유통규모 그리고 수입 레저선박의 통계자료는 제대로 파악되지 못하고 있다. 하지만 선박검사기술협회에서 2004년에 조사한 자료에 따르면 국내 레저선박 제조업체와 특징은 Table 2.14와 같다. 국내 레저보트 관련 생산업체는 50여 업체로 파악되고 있으나 레저선박을 전문으로 생산하는 업체는 10여개 이하로 판단된다.

**Table 2.14 레저선박 제조업체 현황 및 특징**

해역	업체명	특징
서해권	D.K Marine	1998년 창립, 인천소재, 뉴질랜드 Ramco사와 기술제휴 알루미늄선박 기술확보, 레저선박용 견인장치/트레일러 ISO 품질인증
	Advanced Marine Tech	2002년 창립, 보령 소재, 전문연구팀 운영, 쌍동형 낚시어선 개발. 보급형 레저선박 및 세일링요트 개발
	신화마린테크	2002년 창립, 장항 소재, 요트 전문제조, 호주 Jeff Schionning 기술제휴, Mouldless 공법
	Master Marine	2001년 창립, 목포 소재, 미국 마스트 마린사와 기술제휴, 세계 수출을 통해 품질인증, 폭넓은 파워보트 모델 소유
	푸른중공업	1996년 설립, 목포 소재, 강판을 이용한 레저선박 제조
남해권	여천 마린	1995년 설립, 보성 소재, 관공선, 소방정 같은 특수선 생산, 선박검사기술협회 우수기업, 레저산업 병행.
	한남 조선	1996년 설립, 부산 녹산 위치, 어선과 관공선 주력
	광동 ERP 산업	1994년 설립, 부산 녹산공단 위치, 레저용 Hull Mould 사용 연간 4~5척 개인판매
동해권	한일뉴즈	1989년 설립, 포항 소재, 레저선박 제작 경험, 기반시설 확보
	보고엔지니어링	1981년 설립, 가장 오랜 역사, 자체연구실, 국내 최초로 소형 잠수정, 소형 잠수함 등 특수선박 개발
	영동마린FRP	1996년 설립, 속초 위치, 어선과 관공선 위주, 스피드보트 제작

자료: 선박검사기술협회. 수상레저 안전관리에 관한 연구. 2004[9]

레저선박과 관련된 법으로는 1993년에 제정된 유선 및 도선사업법, 1995년에 제정된 낚시어선법, 1999년 제정 및 2005년에 개정된 수상레저안전법, 2002년에 제정된 선박안전법, 해상교통안전법 등이 있다. 레저선박의 이용과 관련해서는 수상레저안전법이 가장 관련이 깊고 마리나와 관련해서는 어항법, 보트와 관련해서는 선박안전법이 관련된다. 여기에 해양레저 관련법령은 수상레저안전법, 유선 및 도선사업법, 체육시설의 설치 및 이용에 관한 법률, 관광진흥법 등에 분산되어 있다. 수상레저안전법은 안전관련 법규로 규정의 만족여부에 주안점을 두고 있고 해양레저의 활성화나 레저선박의 진흥과는 거리가 먼 구조적인 문제를 안고 있으며, 유선 및 도선 사업법은 새로운 형태의 레저 수요에 대한 대응이 부족하며, 관광진흥법, 체육시설의 설치 및 이용에 관한 법률은 해양레저사업을 충분히 반영하지 못하고 있는 실정이다.

국내 해양레저 관련기술은 레저선박 선진국은 물론 동남아시아의 예상 경쟁자인 일본, 중국, 대만 등과도 비교하기 어려운 상황이고, 중국의 발전에 따른 가격 경쟁력 또한 쉽지 않은 상황이다. 또한 자유무역경제에 따른 시장 개방으로 수입 장벽을 통한 내수시장의 보호 역시 어려운 상황이다. 이런 열악한 환경에도 불구하고 정부차원에서의 해양개발기획본부(Ocean Korea 21) 전략에 따라 한국해양연구원에서는 2003년 전장 6.6m, 배수량 1.22톤, 5~6명 승선의 패밀리 보트를 개발하였다. 아직은 모터보트의 가격이나 관리 등의 문제로 개인소유 모터보트는 활성화 되어 있지 않고 있으며 수상레저업체에서 임대하여 즐기는 것이 일반적이다.

현재 국내에서 유행중인 레저선박은 대부분 일본 등에서 수입한 중고선박이거나, 수입한 레저선박을 불법으로 복사, 건조, 판매하는 선박으로서 안전 관리상 많은 문제점을 가지고 있다. 일부 몇몇 업체에서 개발하거나 기술제휴를 통한 자체 설계 및 건조기술이외에는 해외 우수업체들과 기술력을 비교하기조차 곤란한 현실이다.

레저선박과 관련한 기관 및 단체의 연구와 논의는 해양수산부 산하 한국해양수산개발원(정책, 법, 문화, 관광 등), 한국해양연구원(레저선박의 국산화 기술), 선박검사기술협회(기술, 검사가이드라인, 산업), 해양경찰청(안전관리 및 면허), 산업자

원부산하 산업연구원(조선산업), 문화관광부산하 문화관광정책연구원(관광, 스포츠), 체육과학연구원(수상레저 및 장비 실태분석) 그리고 민간단체로 중소기업기술연구원, (사)대한요트협회, (사)한국레저선박협회, (사)대한조선학회와 체육학회, (사)한국스포츠리서치, (사)한국항해항만학회 등을 중심으로 진행되고 있다.

Table 2.15에서 보는바와 같이 산업연구원에 따르면 국산 해양레저장비의 기술수준은 FRP 가공기술이 선진국의 82% 수준으로 가장 높았고, 중소형 레저선박 관련 선형설계 및 설계기술은 50% 이며, 소형 레저선박의 제품개발기술, 견적·기본설계 기술, 선형설계, 고속선박용 엔진기술 등은 선진국 대비 50% 이하로 초보단계 수준으로 평가되었다. 특히 레저선박의 핵심기술인 엔진의 경우 중대형 조선의 엔진 기술력을 바탕으로 내수시장 형성에 따라 발전 가능하다는 입장과 반대의 입장이 있으나 선진국에 비하여 기술력이 낙후된 실정이다.

**Table 2.15 국산 해양레저장비 기술수준(선진국 100)**

세부 기술분야	기술 수준	최고 기술보유국	세부 기술분야	기술 수준	최고 기술보유국
제품개발	45	유럽	요트용 마스트 제작	47.5	뉴질랜드
견적·기본설계	40	유럽	위터제트 설계/제작	50	일본
상세설계	35	유럽	레저선박용 기자재	33.3	유럽
선형설계	50	유럽	마리나 설계기술	55	미국
고속선박용 엔진	43	유럽	유체성능해석기술	73.3	미국
선실설계, 인테리어	53	유럽	FRP 가공기술	82	유럽

자료: 산업연구원, 실태조사, 2003. 7[8]



## 2.4 국내 해양레저 자연환경과 SWOT 분석

우리나라 해안별 환경특성을 보면 4개의 해역 모두 해양레저 스포츠와 레저선박을 이용할 수 있는 자연환경을 갖고 있다. 특히 서남해안의 경우 수심이 얇고 파도가 잔잔하여 레저선박을 이용하기에 최적의 조건을 갖추고 있다. 해안별 자연환경 특성은 Table 2.16과 같다.

Table 2.16 우리나라 해안의 환경특성 비교

해안	현황 및 특성	수심, 수온
서해안	<ul style="list-style-type: none"> <li>-작은 수심, 완만한 해양지형, 심한 간만 차이, 해수 탁도 높음</li> <li>-비교적 잔잔한 파도, 넓은 갯벌</li> <li>-대규모 간척사업, 해안주변 산업단지 조성</li> <li>-서해안 고속도로 등 교통양호</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-주변 배후 도시민의 다양한 해양관광 욕구 충족.</li> <li>-다른 해안 개발과 연계성 추구</li> </ul>
남해안	<ul style="list-style-type: none"> <li>-복잡한 해안선과 만의 형성으로 어항 발달</li> <li>-해상관광활동에 양호한 적정수심, 청정해역, 파도, 조류, 수온, 기상 등</li> <li>-다양한 지형 및 도서 발달로 해안 자연경관 발달, 풍부한 문화유적</li> <li>-수도권에서의 접근성 떨어짐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-천연적인 자연 및 지형조건을 활용한 4계절 전천후 관광지.</li> <li>-해안도서 및 다양한 자연경관을 활용한 도서휴양 기능</li> </ul>
동해안	<ul style="list-style-type: none"> <li>-청정한 해수, 깊은 수심, 단조롭고 급경사인 해안지형</li> <li>-높은 파고, 낮은 간만차, 한/난류 교차로 어장발달, 수온이 낮아 해수욕 기간이 짧음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-해안 관광지의 내륙 관광자원의 연계성 재고</li> </ul>
제주도	<ul style="list-style-type: none"> <li>-육지와 격리된 독특한 도서 문화 형성</li> <li>-아열대성 기후로 따뜻하고 이국적 풍경 조성</li> <li>-태풍 영향을 많이 받음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-다양한 관광욕구 충족과 제주도의 독특한 해안문화보존</li> </ul>

자료: 홍장원. 해양관광활동의 마케팅 전략에 관한 연구. 월간해양수산 215호. 2002[11]

마리나 건설을 위한 기상, 해상, 지형의 기본조건은 Table 2.17에서 보는바와 같이 첫째 자연환경조건으로 기온은 10℃ 이상에서 20℃ 이상이 최적이고, 풍속은 2~15m/sec, 유속은 1~2.5m/sec 이하, 파랑은 1m 이내, 수온은 10℃ 이상으로 자연경관이 수려하며, 관련시설용지가 확보되어야 한다. 둘째 교통 접근성, 배후지 이용성, 도시와의 연계성이 우수하여야 한다. 따라서 기존시설에 대한 영향과 환경보존에 대한 검토가 있어야 하며, 마리나 규모, 해상과 육상계류 시설과의 충분한 검토가 있어야 한다.

**Table 2.17** 마리나 및 보트계류장 조성시 고려사항

구분		해수욕장 및 보트계류장	해양스포츠단지 및 소규모 보트계류장
기상 조건	기온	24℃ 이상	10℃ ~ 20℃
	일조	맑은 날이 많을 것	맑은 날이 많을 것
	풍향	제약 없음	제약 없음
	풍속	5m/sec	2~15m/sec
	가시권	전망이 트인 곳이 유리	일정 정도 시야가 확보
해양 조건	유속	0.2~0.3/sec 이하	1~2.5m/sec 이하
	파랑	0.5~1m 이내	1m 이내
	표사	수급균형	사후관리 비용과 관련
	수온	20℃ 이상	가급적 10℃ 이상
	수질	엄격한 제약을 받음	양호한 수질 유리
	해양생물	유해생물이 없을 것	관련 없음
지형 조건	사질	입경 2mm 이내 모래	-
	수심	1.5m 이내(폭 2.5m 이상)	관련없음
	배후부	길이 500m. 폭 50m 이상	관련 시설용지 필요
	경관	자연경관 우수지역	자연경관 우수지역
	해저면 토질	부유토가 적을 것	단지조성공사 입지 선정조건

자료: 김영주. 해양리조트개발에 관한연구, 한국관광레저학회지 5권. 1993[12]

해양레저에 필요한 물적인 환경으로는 자연 환경과 인위적으로 조성한 레저선박 관련 기반시설을 들 수 있다. 레저선박을 이용하기 위한 인프라로 보트나 요트의 계류, 정박, 보관, 수리 등을 할 수 있는 시설이 필요하다. 최근 다기능어항, 보트계류장, 마리나 등을 Table 2.18에서 보는바와 같이 신규 개발 중이지만, 목포 해양공원마리나 50척~300척 규모 확장, 여수시 화양면마리나 600척, 해남화원 관광단지 마리나 300척 등 일부 시설을 제외하면 해상계류가 어려운 열악한 시설이다.

**Table 2.18 개발계획 중인 마리나, 보트계류장, 다기능어항**

	구분	사업주체	계류시설
서 해 권	목포 해양공원마리나	목포시	계류시설: 50ft급 50척~300척
	신안군 보트마린피아	신안군	압해도 인근 / 계류시설: 90척
	군산 비응항마리나	군산시	계류시설: 계획중
	인천 영종도마리나	인천경제구역청	계류시설: 계획중
	송도신도시 마리나	인천시	계류시설: 100척 해상계류
	태안 안흥마리나	(주)리치빌개발	계류시설: 20척 해상계류
	당진 성구미항마리나	당진군	계류시설: 40척 해상계류
	행담도 리조트마리나	행담도리조트	계류시설: 20척 해상계류
	부안 격포항마리나	해양수산부	계류시설: 50척 해상계류
	태안군 안면도영목항	해양수산부	계류시설: 56척 해상계류
	화성시 전곡항마리나	경기도	계류시설: 60척 해상계류
남 해 권	완도 청해진마리나	완도군	청해진 인근 / 50척 해상계류
	해남 화원단지마리나	한국관광공사	계류시설: 300척
	여수시 화양면마리나	(주)일상	계류시설: 600척
	거제 지세포마리나	해양수산부	계류시설: 50척 해상계류
	기장군 대변항마리나	해양수산부	계류시설: 50척 해상계류
동 해 권	울산 고능지구마리나	울산시	계류시설: 50척 해상계류
	강원고성군 마리나	고성군	계류시설: 20척 해상계류
	포항시 두호항마리나	포항시	계류시설: 50척 해상계류

자료: 이승길. 마리나 보팅 잠재수요의 결정요인. 세종대학교 박사논문. 2006[13]

해양수산부 자료에 의하면 권역별 해양관광개발 기본구상은 Table 2.19과 같다. 즉 서해안은 군산 비응항·내항, 고창군 해리·심원일대, 부안군 궁항항·식도항 등을 관광종합어항으로 확장/개발을 추진하며, 남해안은 목포 남항, 무안·진도, 여수 구항 등을 시민들이 자유롭게 이용할 수 있도록 해양문화 친수공간으로서의 관광개발을 추진하고 있다.

**Table 2.19** 해양관광 권역별 개발 기본구상

구 분	조성 방향	권 역	거점도시
남해안	천혜의 다도해와 남해안의 역사문화자원을 활용한 관광벨트 구축	부산도시 관광권 해양레저스포츠 관광권 해양종합휴양 관광권 해양역사문화 관광권	부산광역시 통영·거제 여수·남해 목포·완도
서해안	경기만·태안반도, 변산반도를 연결하는 서해연안 관광벨트 개발	종합해양 관광권 해변 생태 관광권 해양위락 관광권	인천광역시 보령 군산·부안
동해안	강원도해안·경북해안을 연결하는 동해안 연안관광벨트 개발	해안산악 종합 휴양권 해양·내륙연계 관광권	속초·강릉·동해 울진·포항·경주
제주도	국제해양종합리조트개발	국제해양리조트 관광권	제주·서귀포

자료: 해양수산부, 해양개발 기본계획(Ocean Korea 21), 2000. 5[5]

국내 해양레저산업의 SWOT 분석내용을 Table 2.20에서와 같이 살펴보면, 해양레저산업의 양호한 자연요건 구비, 국민소득 증대 및 주 5일제근무에 따른 여유시간 등 많은 기회요인이 있지만 해양레저 기반시설이 취약하고 정부 및 지자체의 지원이 부족한 약점이 있다.

따라서 해양레저산업을 발전시킬 전략으로서 보다 전문적인 지식을 습득할 수 있는 레저선박 교육시설, 요트스쿨과 같은 레저선박 유지관리 및 운항교육시설 확충, 레저선박 기술개발 자금지원 등으로 레저선박에 대한 기술경쟁력 향상과 해양레저인구 증대를 위한 구체적인 방안이 필요하다.

**Table 2.20** 국내 해양레저산업의 SWOT 분석

S(강점)	W(약점)
<ul style="list-style-type: none"> <li>-삼면이 바다인 점</li> <li>-선진국 대비 상대적으로 낮은 인건비</li> <li>-양호한 자연요건 구비</li> <li>-해양레저산업 활성화의 정책적 의지</li> <li>-스포츠를 좋아하는 국민성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-정부 및 지방자치단체의 지원 부족</li> <li>-해양레저 기반시설 부족</li> <li>-해양레저활동 비용 과다</li> <li>-해양레저활동 프로그램 미흡</li> <li>-해양레저장비의 생산기술력 부족</li> </ul>
O(기회요인)	T(위협요인)
<ul style="list-style-type: none"> <li>-소득증대로 레저비용 지출여력 증대</li> <li>-주 5일제 근무에 따른 여유시간 증대</li> <li>-교통망 정비에 따른 용이한 접근성</li> <li>-삶의 질을 우선하는 국민의식 변화</li> <li>-해양관광 특성화 사업의 지자체 의지</li> <li>-해양레저장비 내수기반 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-정부, 지자체 등 미흡한 협력체계</li> <li>-해양레저를 국내보다 해외 선호</li> <li>-골프등 경쟁관계의 레포츠 활동선호</li> <li>-해양레저장비산업의 미흡한 발전수준</li> </ul>

자료: 산업연구원, 레저 및 스포츠용 모터보트 시장현황 분석 및 전망, 2006.12[14]

Table 2.21에서 보는바와 같이 해양레저관련 자연환경과 기반시설의 SWOT 분석을 보면 자연환경은 강점과 기회요인이 많고, 기반시설은 약점과 기회 및 위협요인이 함께 증가하는 상황이다. 따라서 해양레저 발전방향은 기회요인의 우선적 강화 이전에 거시적이고 창의적인 국내 해양레저 기반시설의 약점을 극복하는 전략을 구축하는 데서 시작된다.

**Table 2.21** 해양레저관련 자연환경 및 기반시설의 SWOT 분석

S(강점)	W(약점)
<ul style="list-style-type: none"> <li>-국토의 삼면이 바다인 자연 환경</li> <li>-육지대비 해안선이 가장 긴 나라</li> <li>-서해, 남해, 동해, 제주해의 각기 상이하고 특징적인 자연환경 보유</li> <li>-남해안을 중심으로 보팅에 양호한 수심, 파도, 조류, 수온, 기상 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-계절적 영향으로 이용기간 제한</li> <li>-남해안 해역에 넓게 자리 잡은 양식장</li> <li>-마리나 관련 시설부족과 어업 및 산업중심의 항만 운영</li> <li>-한강과 서해의 보팅 환경이 상대적으로 떨어짐으로 수도권 잠재수요 활성화 미흡</li> </ul>
O(기회요인)	T(위협요인)
<ul style="list-style-type: none"> <li>-3,153개의 섬 및 해안을 따라 풍부한 문화유산 및 연계개발 자원 풍부</li> <li>-전국 90여 곳에 보팅 및 마리나 관련 시설 추진</li> <li>-기존 어항의 다기능 어항 등 개발 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-적조 발생의 광역화 진행</li> <li>-엘리뇨 등으로 잦은 기후변화와 국지적 기상이변</li> <li>-마리나 관련 시설확충에 따른 재원 확보 문제와 장기간의 구축기간</li> <li>-다기능어항 개발 등 어촌계와의 갈등 상존</li> </ul>

자료: 산업연구원, 레저 및 스포츠용 모터보트 시장현황 분석 및 전망, 2006.12[14]

### 제 3 절 서남권 해양레저산업의 환경분석과 전망

#### 3.1 서남권 해양환경 조사분석

서남해안 해상에서의 풍속 및 파고 등에 대하여 참고자료를 이용하여 조사, 분석하였다. 특히 서남해안 중에서도 전라남도 영광군 불갑천구로부터新安군 재원도, 자은도, 비금도, 신도 및 하태도를 지나 진도군 진도 소포강구에 이르는 선과 진도 동단으로부터 진방위 71도로 그은 선 안의 해역(평수구역 제7구)에 대한 해양 환경 자료이다.

서남해안 해상에서의 바람의 계절별, 월별 평균풍속과 최대풍속은 Table 2.22에 서와 같이 조사, 분석하였다. 전지점에 있어서의 봄철의 평균풍속은 2.5~4.2m/s, 여름철의 평균풍속은 1.9~3.6m/s, 가을철의 평균풍속은 1.8~4.0m/s, 그리고 겨울철의 평균풍속은 2.5~4.7m/s의 분포를 보인다. 이들 값은 Beaufort 풍력계급 2~3에 해당하는 것으로 평수구역의 전형이라고 말할 수 있다.

Table 2.22 서남해안 계절별 풍속(m/s)

계절 지점	봄		여름		가을		겨울		전기간	
	평균	최대	평균	최대	평균	최대	평균	최대	평균	최대
목 포	4.2	20.3	3.6	20.5	4.0	18.7	4.7	19.0	4.1	20.5
자은도	3.7	21.5	2.5	27.4	2.5	27.2	4.2	24.9	3.2	27.4
비 금	2.5	21.5	1.9	24.4	1.8	21.3	2.5	18.4	2.2	24.4
안 좌	3.2	23.0	2.4	35.5	2.3	27.1	3.5	26.0	2.9	35.5
하의도	3.3	19.5	2.5	24.5	2.6	22.9	4.2	24.9	3.2	24.9

월평균풍속의 최대값은 대부분 목포에서 관측되었고, 최소값은 주로 비금에서 관측되었다. 계절별로 보았을 때 평균풍속이 가장 강한 시기는 겨울, 봄, 여름, 가을의 순서이다. 또한 풍속의 최대값은 봄철의 경우 안좌(23.0m/s), 여름철의 경우 안좌(35.5m/s), 가을철의 경우 자은도(27.2m/s), 겨울철의 경우 안좌(26.0m/s)로 대부분 안좌에서 관측되었다.

Table 2.23와 Table 2.24는 평수구역 제7구(목포인근해역) 내 각 관측지점들의 계절별, 월별 평균유의파고 및 최대유의파고와 파향을 보인다. 관측구역 내에 위치한 지점들의 계절별 평균유의파고는 봄의 경우 0.0~0.4m, 여름의 경우 0.0~0.6m, 가을의 경우 0.1~0.5m, 겨울의 경우 0.0~0.8m 이다. 이들 지점들은 4계절에 걸쳐 그다지 높지 않은 파고의 분포를 보인다.

**Table 2.23** 평수구역 제7구 내 지점의 평균유의파고(m)

계절 지점	봄	여름	가을	겨울	전기간
7-3	0.4	0.6	0.3	0.4	0.4
7-5	0.4	0.3	0.5	0.8	0.5
7-7	0.3	0.3	0.4	0.6	0.4
7-8	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1
7-10	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1

**Table 2.24** 평수구역 제7구 내 지점의 최대유의파고(m) 및 파향

계절 지점	봄	여름	가을	겨울	전기간
7-3	2.4(SW)	2.4(SW)	2.1(SW)	1.9(SW)	2.4(SW)
7-5	1.8(WSW)	2.0(WSW)	1.9(WSW)	1.9(W)	2.0(WSW)
7-7	1.7(WNW)	1.8(W)	1.9(NNW)	2.0(WNW)	2.0(WNW)
7-8	0.1(NNW)	0.1(NNW)	0.1(NNW)	0.1(NNW)	0.1(NNW)
7-10	0.6(WSW)	0.7(WSW)	0.7(WSW)	0.7(WSW)	0.7(WSW)



우리나라의 자연 환경은 레저선박 선진국 어느 나라보다도 부족하지 않은 훌륭한 조건을 구비하고 있다. 특히 남해안의 경우 태풍과 계절적 요인으로 인한 기후적인 단점도 있지만, 우리나라만의 특징적 다도해 해안과 뛰어난 자연 풍광, 온화한 기후 등 모터보트나 요트를 이용하는데 좋은 자연환경을 가지고 있다. 아울러 국토의 삼면이 바다로 둘러싸여 있어 우리나라는 11,542km에 달하는 긴 해안선과 3,153개의 섬이 있으며, 우리나라 해양의 200해리 배타적 경제수역은 44만 7천km<sup>2</sup>(남북한 약 85만km<sup>2</sup>)로 육지면적 9.9만km<sup>2</sup>(남북한 약 22만km<sup>2</sup>)의 4.5배에 달하고 있다. 특히 우리나라는 육지면적에 비해 해안선이 세계에서 가장 긴 나라로 수심 20m 내외의 해역이 국토의 1/3에 해당하여 해양레저스포츠에 적합한 자연조건을 구비하고 있다.

서남해는 전라도의 서쪽과 남쪽 해역으로 약 26,669km<sup>2</sup>의 해역에 총 2,078개의 도서가 분포하고 있으며, 복잡한 리아스식 해안으로 광활한 갯벌과 함께 아름다운 해안경관 등 천혜의 자연환경을 갖추고 있다. 서해안은 평균수심이 약 40m로 얕고, 조차가 심하며, 비교적 복잡한 해안선과 많은 섬들이 산재해 있고, 남해안은 평균수심이 약 100m이며 많은 섬과 복잡한 해안선을 가지고 있다. 하지만 수심이 얕아 해수 수온의 연교차가 21℃로 변동이 대체적으로 심한 편이다.

서남해 연안지역은 친수성 활동에 적합한 수온을 유지하고 있으며, 특히 다도해 등의 만과 섬으로 이루어진 자연환경을 갖추고 있고 태풍 등의 영향으로부터 시설 및 활동을 보호할 수 있는 지형적 특징을 가지고 있다. 또한 천연적인 자연 및 지형조건을 활용한 4계절 전천후 관광지로서 배후지가 잘 발달되어 있어 각종 레저 산업 공간 구성에 적합한 연안지역으로 평가된다.

### 3.2 서남권 해양레저의 사회적 여건 분석

서남권 지역에서의 해양레저산업은 비록 시작 단계에 있으나, 지역의 성장 가능성은 천혜의 자연조건 보유로 전국에서 가장 높다 하겠다. 특히 서해안 고속도로 및 무안국제공항의 개통과 더불어 2012년 여수 세계박람회 유치로 신규 도로교통

이 형성되면 접근도가 크게 향상되어 지금까지와는 달리 서남권 지역의 해양자원에 대한 개발은 획기적인 전기를 맞이할 것으로 전망된다.

특히 호남 고속전철, 상해 직항로 개통 및 목포 신 외항, 무안국제공항 건설 등 사회 간접시설이 확충되고 있으며, 수많은 다도해가 자연방파제 역할을 하고, 크고 작은 도서지역의 긴 협수로가 30마일 가량 연결되어 있어 외해에서 유입되는 파랑의 영향이 없는 정온수역이 유지되어 해양레저 산업육성에 적합한 천혜의 자연적, 사회적 여건을 보유하고 있다. 그리고 국민소득 2만 불 시대가 도래하면 육상관광에서 해양관광 레저로 관광추이가 이동될 것으로 예상되며, 서남권은 이러한 해양관광과 레저 육성에 필요한 최적의 자연조건을 갖추고 있어서 타 지역에 비하여 다양한 항로 설계가 가능하고 1m 건설에 수억 원이 소요되는 방파제 없이도 해양레저 기반시설 구축이 가능한 해역을 보유하고 있으며, 중소형 조선단지를 비롯한 저변 발전 가능성을 보유하고 있다

서남권 지역은 해양레저 산업 육성에 필요한 천혜의 자연조건을 비롯하여 대불산단의 조선단지, 삼진산단의 조선단지 등 산업 환경이 갖추어져 있어 적은 투자로 고부가가치 산업을 육성시킬 수 있는 잠재적인 경쟁력을 보유하고 있다. 특히 대불산단의 조선 단지에는 요트 산업에 필요한 요트 설계기술과 생산시설을 보유하고 있으며, 국내외 시장 판매전략 등을 갖춘 업체들이 입주하여 레저요트산업의 활성화 시대에 대비하고 있다. 또한 레저선박을 이용하는 해양레저는 일반 레저와 달리 동적인 면이 강하고 기본 장비를 활용하기 위한 교육과 설비가 필요하다. 계류·정박 시설과 수리·정비 시설이 필요한데, 이는 자동차와 달리 개인적 시설보다는 사회 인프라 성격이 강하다. 따라서 레저선박은 기술의 발달과 시장의 필요에 따라 다양하게 발전 할 수 있는 가능성을 갖고 있다.

서남권 지역의 정책적 지원에 힘입어 전남지역의 해양레저선 생산규모는 최근 증가추세를 보이고 있으며, 특히 FRP선 생산측면에서는 국내 총생산량의 절반을 차지하고 있다. 전남지역 중소조선소 33개사의 총매출액은 1999년 428억 원에서 2003년 약 785억 원으로 연평균 16.4%의 높은 신장세를 나타내고 있다.

서남권의 목포시를 비롯한 완도군, 해남군 등 각 지자체는 지역의 발전 잠재력과 특성에 가장 부합하는 경쟁력 있는 지역혁신 특성화 사업으로 해양레저산업을 추진하고 있다. 특히 2012년 여수 세계박람회 유치와 관련하여 범정부적인 관광개발을 추진하고 있다. 아울러 지역의 혁신자원 및 혁신활동의 일환으로 서남권 지역은 천혜의 자연조건을 이용한 해양레저산업 육성 사업을 확대하고 있으며, Table 2.25와 같이 전남전략사업기획단에서는 서남권 해양레저 산업발전에 원동력이 될 수 있는 대단위 관광개발 추진계획을 추진하고 있다.

**Table 2.25 서남권 관광개발 프로젝트**

구분	내용
해남 화원 관광단지	- 151만 평에 꽃을 테마로 한 해안관광지로 32%의 공정 진행 - 골프장 27홀을 비롯하여 숙박시설을 갖춰 2011년에 완공
다이아몬드 아일랜드 레저단지	- 해양휴양권, 도시역사문화권, 해양레포츠권으로 개발 예정 - 자운, 암태, 안좌, 팔금, 장산, 하의, 비금, 도초 등 9개 섬 개발
여수 화양지구	- 300만 평 규모의 국제해양 관광단지 개발 - 경제자유구역에 여가중심구 추진 중 - 국제 컨벤션 시설, 워터파크, 호텔 등을 계획
J 프로젝트	- 해남군, 영암군 일대 총 29,420천 평 규모로 개발 예정 - 골프코스 30홀, 호텔 20개, 실버타운 2만호, 외국 대학병원 유치

자료: 전남전략사업기획단, 전남.조선.해양산업 기술로드맵, 2006.12[15]

남해안의 다도해 지역은 해양자연풍광이 뛰어나 국제해양관광지대로서 발전할 가능성이 풍부하지만 아직 이 잠재력이 충분히 사용되지 못하여 우리나라 전체 해

안관광객 중에서 남해안지역을 내방하는 비율이 40% 이하로 나타나고 있다. 이러한 남해안 지역의 잠재력을 충분히 활용하여 이를 국제관광벨트화를 위한 주요자원으로 활용하려고 하는 것이 바로 남해안 관광벨트 계획이다.

남해안 관광벨트 조성계획은 Table 2.26와 같이 남해안을 크게 4개 권역으로 나누어 특화 개발하기로 하였으며 각 관광권에 5개 거점개발사업을 수립하고 있다. 또한 2010년 이후까지 남해안 관광벨트 조성을 위해 해안도로 등 인프라 정비에 6.0조원, 관광정비에 9.8조원 등 총 15.8조원을 투자하도록 계획되어 있다.

**Table 2.26 남해안 관광벨트 조성계획의 관광권별 개발방향**

관광권	지리적 범위	인구	개발방향
역사·문화 관광권	전남 목포시를 중심으로 한 전라남도 남서부 일대	70만명	- “전통적인 한국”의 보존·발굴·연출 - SIT프로그램 개발
종합휴양·교류 관광권	여수시를 중심으로 한 전라남도 동남부와 경상남도 남서부 일대	170만명	- 동아시아 종합교류기지 - 체류형 종합휴양지
해양레저·스포츠 관광권	경상남도 동남부 일대	148만명	- 동아시아 해양레저 기지 - 도시형 관광아이템 확충
부산 도시 관광권	부산광역시	380만명	- 국제 이벤트 수용기반 구축 - 도시 어뮤즈먼트 강화

자료: 해양수산부, 해양관광진흥을 위한 종합계획 수립 연구, 2000. 4[16]

해양관광레저 산업 활성화의 최적 지역으로 평가받고 있는 서남해안 지역은 뛰어난 자연조건, 2012년 여수 세계박람회 유치, J프로젝트 등 대규모 사업추진에 힘

입어 Fig. 2.3과 Table 2.27에서 보는 바와 같이 각 지자체별로 서남해안 전체 약 1,200여척 규모의 마리나 시설 건설 계획이 추진되고 있다.



Fig. 2.3 서남해안 해양 마리나 건설계획 분포

특히 우리나라 섬의 60%를 보유하고 있는 서남해안 다도해 해역에는 환경 친화형의 부유체식 다기능 마리나 시설의 건설이 서남해안에 가장 적합한 것으로 판단된다. 서남해안 각 지자체별 해양레저 기반시설 구축계획을 살펴보면 다음과 같다.

정부와 전남도는 영암과 해남 일대에 관광레저형 기업도시(J-Project)에 500척 규모의 오션 마리나 건설을 추진하고 있으며, 한국관광공사에서는 해남군 화원면 일대에 해남화원 관광단지에 300척 규모의 마리나 시설을 건설할 계획이다.

목포시는 북항 일대에 50ft급 크루즈형 요트 50척을 계류할 수 있는 마리나 시설 구축을 추진하고 있으며, 신안군은 압해도 송공항에 약 90척, 증도에 약 20척 규모의 레저선박이 계류할 수 있는 소형 마리나 시설을 구축하고 있다.

함평군은 함평만 일대에 레저 보트 50척, 완도군은 완도항내에 레저 보트 50척 계류 마리나 시설 건설을 추진하고 있다. 특히 여수시와 민간산업체는 2012년 여수 세계박람회 개최 및 지역 발전을 위하여 여수시 화양면 해안에 200척 이상의 대규모 여수 마리나 시설 구축을 계획하고 있다.

**Table 2.27 전남권 해양레저 기반시설 구축현황**

지역	시설명	위치	추진주체	규모	단계
해남군	J-Project 오션파크	해남군	정부, 전남도	500척	계획단계
해남군	해남관광 오션월드	해남군	한국관광공사	300척	착공단계
목포시	해양스포츠 시설	목포시	목포시	50척	실시설계
함평군	함평 해양레저	함평군	함평군	50척	기본설계
완도군	완도 레저 요트	완도군	완도군	50척	추진단계
신안군	마린피아	압해도	신안군	30척	추진단계
신안군	엘도라도 리조트	중도	민간산업체	20척	착공단계
여수시	소호 요트장	여수시	여수시	10척	기 구축
여수시	해양 EXPO	여수시	정부, 여수시		추진단계
여수시	여천 해양레저지구	여천	민간산업체	200척	추진단계

자료: 이승길. 마리나 보팅 잠재수요의 결정요인. 세종대학교 박사논문. 2006[13]

### 3.3 서남권 해양레저산업의 발전방향에 대한 고찰

상기와 같이 서남해권의 해양레저 및 레저장비산업에 대한 현황을 통하여 발전 방향을 분석하여 보면 다음과 같다

2012년 여수 세계박람회 유치, 해양수산부의 기존 어촌관광휴양 단지 조성사업의 확대 등 해양레저 산업의 활성화 여건에도 불구하고 서남권 지역은 광주-전남 분리로 지역의 통합적 발전을 유도할 수 있는 지역 중심성이 취약하다. 이로 인하여 해양레저 산업 및 도시기능이 목포-여수-광양 축에 분포하고 있으나 해양업무 증추기능 수행이 미약한 실정이다. 더구나 해양레저보트의 잠재적 이용자 중 50% 이상이 거주할 것으로 예상되는 수도권에서 보면 서남해안은 해양레저에 가장 좋은 자연환경 조건을 가지고 있지만 거리상 접근성이 떨어지는 문제를 가지고 있다. 서해안 고속도로의 계통으로 서남해안의 보팅을 위한 접근성을 높이고 있지만 아직까지 미흡한 보팅 인프라로 인한 문제를 극복하지 못하고 있는 상황이다. 또한 전남지역의 산업 및 도시개발이 대부분 광양-여수-순천, 목포 등 광양만권과 목포권에 편중되어 있는 관계로 개발효과의 지역적 편중 및 확산 미흡으로 전남 동부산악지역 불균형 초래 및 지역의 통합적 발전 저해요인으로 작용하고 있다.

이러한 어려운 여건에도 불구하고 최근에 서해안 고속도로, 고속전철 등 전국이 만나질 생활권에 들고 2012년 여수 세계박람회 유치와 연계한 SOC 조기 완공 계획 등으로 인해 지역적인 접근성이 점점 높아짐에 따라 서남권 지역은 국내·외 해양관광레저 인구의 유인 가능성이 점차 확대되고 있다.

해양레저산업의 발전방향은 자연환경의 강점과 기회 요인을 극대화하는 방향으로 산업환경의 약점을 극복하면서 기회요인에 대한 집중화로 심도있는 대응전략을 수립하여 방향을 잡을 수 있다. 따라서 해양레저의 환경분석을 통한 발전방향은 약점 극복을 위한 사회 전반적인 전략의 집중과 기회요인에 대한 지속적이고 확대 재생산 가능한 대응전략이 탄력적으로 추진되어야 할 것이다. 특히 각 환경의 변화에 유기적으로 연결된 이용자 환경의 다양한 위협요인에 적극적이고 효과적인 대처방안이 동반되어야 할 것이다.

특히 소득증대 및 주 5일 근무제로 해양레저인구의 지속적인 증가는 필연적이며, 해양레저장비 설계, 생산, R&D, 마케팅 등의 기반조성으로 종합적인 해양레저 국산화 시설을 구축함으로써 소형선박 산업체 및 국산화 관련 산업의 육성을 통하여 지역업체의 활성화 및 해양레저인구 유입을 유도하고 지역경제 활성화가 기대된다.

또한 해양레저 산업환경의 발전방향은 기반시설의 단기, 중기, 장기 발전방향과 생산 및 기술의 발전방향으로 나누어진다. 기반시설의 확충은 장기적으로는 마리나 시설을 충분히 확보하되 우선 기존의 기반시설 활성화와 기존 어항의 잉여 공간 개발 및 활용을 추진할 필요가 있다. 또한 해양레저 산업 활성화를 위해서는 제약요인(Weakness)과 위협요인(Threat)을 해소하고, 지역의 성장 가능성을 평가할 수 있는 우수한 자연조건과 사회조건을 바탕으로 취약한 해양레저장비 등에 대한 연구개발 및 생산기술의 선진화를 유도하여야 할 것이다.

이와 더불어 2012년 여수 세계박람회 개최, 국민체육진흥공단 2002년 경정사업 실시, 그리고 해양수산부의 기존 어촌관광휴양 단지 조성사업의 확대 등 해양레저 보트 산업의 활성화 여건에도 불구하고 연구개발의 주체 미흡과 핵심제품의 생산 기술이 낙후된 상태이므로 기술 선진화를 유도하고, 나아가서 동 제품의 국제경쟁력을 향상시켜 수출 유망산업으로 육성해야 한다.

산업연구원 실태조사에 의하면 국내 해양레저산업의 향후 전망은 상당히 낙관적인 것으로 나타나고 있다. 이를 위해 마리나, 요트항구, 계류장 및 정박장 등 해양레저 기반시설과 교통시설의 확충이 시급히 필요하다. 또한 레저장비 건조기술 수준은 매우 낙후되어 있는 실정으로 이에 대비한 레저선박의 개발 및 마케팅의 대책이 필요하다. 더구나 서남권의 FRP선 생산은 국내 총생산량의 절반을 차지하고 있으며 이를 바탕으로 서남권 대학들의 산학연구, 중소형 레저선박 생산장비의 공동활용, 인력양성 등 지역내 산학연 해양레저산업의 네트워크를 구축한다면 해양레저 장비업체의 국제경쟁력 확보가 가능할 것으로 예측된다.



한편 이러한 해양레저장비산업 및 환경에 부응하기 위한 서남해권에 적합한 레저보트선형의 개발이 필요하다. 즉, 서남해안지역은 레저활동에 알맞는 자연풍광, 온화한 기후 및 수심이 낮은 천혜의 자연조건을 갖추고 있으며, 평수구역의 평균 유의파고는 0.5m 이내로 관측되어 이에 따라 평수구역 항행에 적합한 비교적 낮은 흘수를 가진 단동형 레저보트와 고속의 터널형 파워보트에 대한 계획선형을 연구할 필요성이 있는 것으로 판단된다.

### 제 3 장 고속 레저선박의 특성과 연구동향

#### 제 1 절 고속 레저선박의 특성

레저선박은 해양레저활동을 위해 전문적으로 제작 및 활용되는 배로 해양에서의 활동을 가능하게 하는 장비인 요트나 모터보트 제트스키 등을 총칭하는 것으로 그 특성에 따라 Table 3.1과 같이 분류할 수 있다.

Table 3.1 특성에 따른 레저선박의 분류

모터보트	run-about boat	-대표적인 소형 고속정으로 해양레저 및 어업 활동 등 다목적 사용
	cruiser	-run-about boat 보다 대형으로 bridge, 선실 등을 갖추고 있으며, 크루징과 낚시 등의 목적으로 이용
요트	dinghy	-길이 3-6m, 1개 마스트와 1-2개의 세일로 구성되는 소형 요트로 올림픽 경기 등에서 이용
	cruiser	-거주설비를 갖춘 대양항해용 요트와 america's cup 등의 경기에서 사용되는 요트
제트스키		-승선자의 적절한 신체 밸런스 조정 및 핸들 조작으로 조작되는 오토바이형 선박

자료: 반석호, 김상현. 국내 해양레저와 레저선박 산업의 현황 및 전망, 대한조선학회지, 2002[17]

레저선박은 어선, 상선, 도선 및 유선, 군함 등과 달리 레저를 목적으로 하는 것으로 디자인과 안전성 및 안락성이 중요하다. 대표적인 레저선박인 모터보트와 요트의 경우 외관 및 디자인이 세련되고 내부 인테리어 등에서 편의성이 뛰어난 고품질이며, 항해와 레저를 위한 다양한 기술이 집약되며, 일반 초보자나 가족 단위의 선승 등을 고려해야 한다.

선박의 속도를 획기적으로 증가시키기 위해서는 동적 또는 정적 방법에 의하여 저항을 감소시키거나 배수량형 선박을 길이에 비하여 선폭을 아주 작게, 즉 선형을 날씬하게 하여 고속에서 조파저항의 급격한 증가를 방지하도록 하여야 한다.

동적 방법에 의하여 고속화하는 선형으로는 전통적인 활주형 선박(Planing Boat)을 비롯하여 수중익선(Hydrofoil Boat)을 대표적인 예로 들 수 있고, 정적 방법에 의하여 고속화 하는 선형으로는 공기부양선(Air Cushion Vehicle)을 대표적으로 들 수 있다. 이 중 활주형 선박은 이미 20세기 초에 실용화 되었으며, 소형 수중익선과 공기부양선도 1960년대부터 1970년대에 걸쳐 소형 경비정이나 연안여객선으로 실용화된 바 있다.

이와 같은 형태의 선박들은 각각의 고유한 특성으로 인하여 악천후 시 내항성능이 떨어질 뿐만 아니라 대형화하기가 어렵다는 단점을 갖고 있음에도 불구하고 군함, 경비정, 레저용 등과 같이 특수한 목적의 소형 선박에서는 아직까지도 널리 활용되고 있다.

소형 고속선에 대하여 많은 연구가 이루어진 일본의 경우 활주형 선박이 전체 고속선의 약 80% 이상을 차지하고 있을 정도로 대중화 되어 있다. 이러한 활주형 선박은 선체와 수면 사이의 동적 압력에 의하여 선체가 부양됨으로써 물 위를 활주하여 저항을 감소시키고 고속성능을 향상시키도록 고안된 선형으로서, 설계 및 건조가 용이하고 흘수가 낮아서 항구 및 항로 개설이 용이하다는 등의 많은 장점을 가지고 있다.

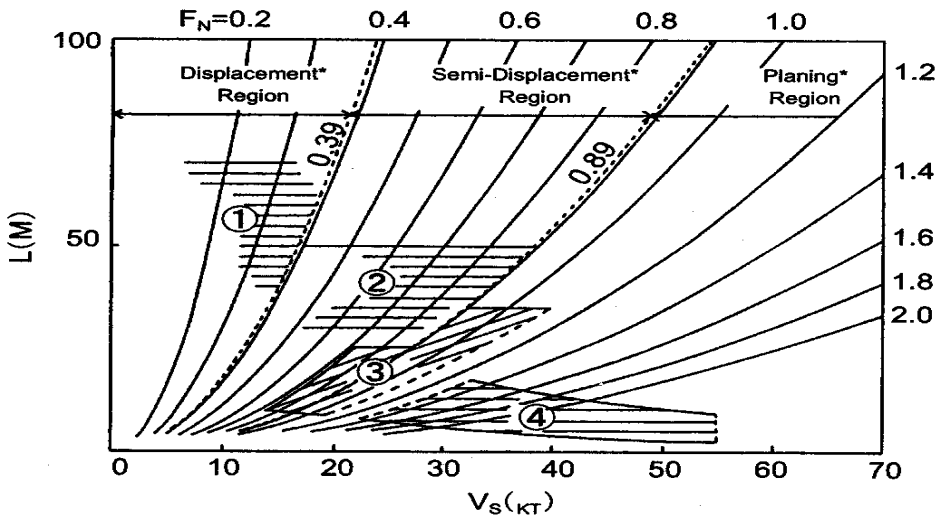
그러나 악천후 시 선체의 동요가 심하여 내파성능이 불량하고, 일반적으로 프로펠러가 경사지게 설치되는 관계로 추진효율이 떨어지고 선체진동이 심해지는 단점이 있으나, 추진효율 향상을 위해 최근 널리 사용되고 있는 물분사 추진장치(Water-jet Propulsor)를 사용함으로써 어느 정도 해결되고 있다.

또한 가장 큰 단점은 선박의 크기를 어느 한계 이상 증가시키면 활주성능이 급격히 나빠지는 관계로 추진효율 향상에 따른 경제성이 떨어져 오랜 역사를 가지고 있음에도 불구하고 오늘날까지 주로 소형 선박에만 적용되고 있다.

## 제 2 절 고속 레저선박의 연구동향

활주형 선박은 일반 배수량형 선박과는 달리 항주 시 그 부상량이나 자세변화가 크고, 자유표면에 스프레이(Spray) 현상이 존재하는 관계로 이론적인 접근이 매우 어렵다. 따라서 지금까지는 주로 경험적인 방법이나 모형시험에 의존하여 선형개발이 수행되어 왔다.

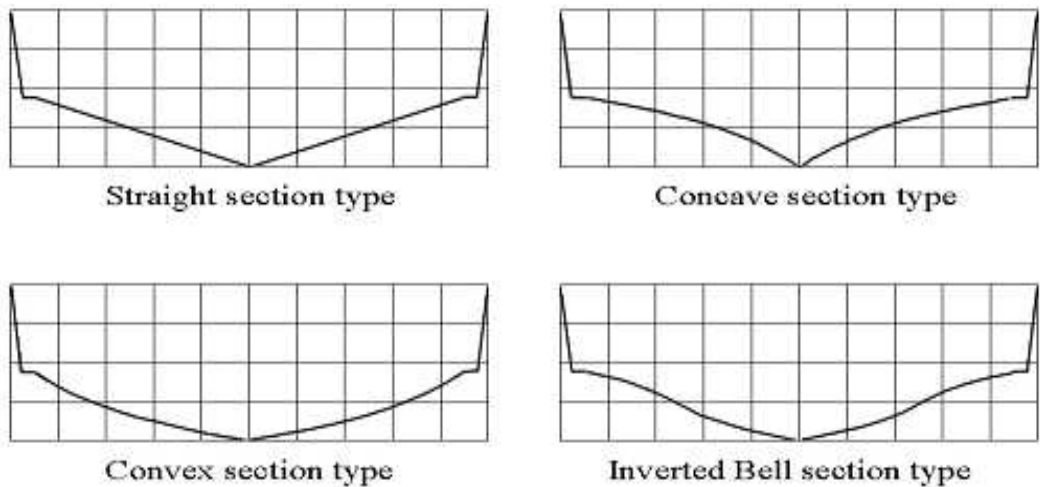
Savitsky[37]는 고속선의 길이(L)와 선속(V)으로 대표 분류하여 길이-속도와 선형 특성과의 관계를 설명하였고, Tanaka[38]는 이를 최근의 선형특성을 고려하여 수정된 관계를 제안하여 초기선형 계획단계에서 널리 활용되고 있다(Fig. 3.1).



① 배수량형 ② 반활주형 ③ 활주형(대형선) ④ 활주형(소형선)

Fig. 3.1 Relation Between Speed and Hull Form

활주선의 단면은 Fig. 3.2와 같이 크게 오목(Concave), 볼록(Convex), 직선(Straight), 오목볼록(Inverted bell) 등 네 가지를 기본형상으로 하여 여기에 약간씩 수정을 가하여 사용하고 있다[39],[40]. Clement[41]는 고속으로 항주하는 활주선의 경우 선저로부터 발생된 급류를 선미에서 신속히 제거시키기 위한 방안으로 선미 트랜섬 폭을 최대 폭의 60%~70% 정도가 적합하다고 제안하였다.



**Fig. 3.2 Typical Midship Section Shapes of Planing Hull Form**

Niwa[42]는 다양한 종류의 고속선을 통계적으로 분류하여 주요제원, 선형의 기본 특성 등을 초기 선형계획 시 활용 가능한 여러 수식으로 제안하였고, Kihara & Ishii[43]는 모형시험을 통하여 내항성능 관점에서 파랑 중 선수부 상하 가속도와 선저 경사각과의 관계를 설명하였다. 이 선저 경사각은 보통 10~15° 정도이나 승선감을 좋게 하기 위하여 30°(Deep-V Type) 정도를 갖는 경우도 있다[44]. 그러나 이 각도가 너무 커지면 추진효율이 나빠지는 문제가 있어 통상 30°가 넘지 않도록 하고 15~25°를 널리 채용하고 있다[42]. 한편 McInnes[45]는 선미로 가면서 선저 경사각을 작게 한 비틀(Warped)형 형상은 선미에서 Suction에 의한 저항증가가 억제되어 성능을 개선시킬 수도 있지만 뒤틀림의 정도가 지나치면 역효과가 날 수 있다고 주장하였다.

활주선의 차인(chine)은 고속에서 선체로부터 파도의 분리를 촉진시켜 충격 가속도를 감소시키는 역할을 할 수 있으며 최대 폭은 선미 끝단으로부터 전장의 60~65% 전방에 위치하는 것이 적합하고[42],[44], Spray Rail은 고속에서의 저항감소와 파인딩 시 충격하중 감소, 운동성능 개선에 크게 도움이 되는 관계로 거의 모든 활주선에 이를 부착하고 있다[46].

국내에서도 고속 활주선에 대한 연구가 활발히 이루어져 왔다. 민계식 등[18], 이귀주 등[19],[20]은 길이(L)-폭(B) 비와 단면형상 변화에 따른 저항특성 변화를 모형시험을 통하여 조사하였고, 이광일[21]은 회류수조에서의 모형시험을 통하여 스프레이(Spray) 저항을 최소화하기 위한 선형개발 연구를 수행하였다.

구중도 등[22], 김경배 등[23], 최선웅 등[24], 최선웅[25], 제병렬[26]은 60노트급 초고속 소형 단동합정을 개발하기 위하여 역차인과 선측에 대형 날개를 부착하는 개념을 도입하여 활주선을 설계하였으며, 회류수조에서의 모형시험과 수치해석을 통하여 역차인 선형의 특성을 주장하였다.

박제용 등[27]과 정우철 등[28]은 활주형 단면을 갖는 소형 고속 연안어선의 모형시험을 통하여 선측날개(Side-Fin)와 선미부 연장선체가 저항성능과 횡요안정성을 크게 개선시킬 수 있음을 보였다.

박충환 등[29]은 모형시험을 통하여 Spray Rail이 고속영역에서 쇄파저항 감소에도 기여한다고 설명하였으며, 서관희 등[30]은 최근 파랑 중 고속성능 및 내항성능이 우수한 60m급 반활주선 개발을 위한 모형시험 및 수치계산 연구를 수행하여 Stern Wedge의 효과가 있음을 설명하였다.

정우철 등[31][32]은 연안용 소형 레저선과 고속 연안 순시선의 선형개발에 상용 프로그램인 FLUENT를 사용하여 그 활용 가능성을 보여주었고, 최근 들어 김주남[33]은 실적선 통계해석기법을 통하여 최대 속도 50노트를 갖는 100톤급 고속 경비정을 개발하여 그 성능을 회류수조에서의 모형시험과 수치해석기법으로 분석하여 각종 부가물과 초기트림의 효과를 설명하였다.

## 제 4 장 단동형 고속 파워보트 선형계획과 평가

### 제 1 절 개 요

앞의 2장, 3장에서 언급한 바와 같이 우리나라 서남해안지역은 레저활동에 알맞는 수심이 낮은 천혜의 자연조건을 갖추고 있으며 서해안 고속도로, 고속전철 개통과 아울러 2012년 여수 세계박람회 유치와 연계한 SOC 조기 완공 추진으로 지역적인 접근성이 점점 높아지고 해양관광레저 인구의 증가가 기대되고 있다. 이에 레저선박 개발의 필요성이 요구됨에 따라 비교적 낮은 흘수를 가진 단동형 레저보트의 선형계획과 성능평가를 실시하게 되었다.

우리나라와 연안환경이 유사하고, 문화적으로도 그 특성이 유사한 이웃 일본의 경우, 해양레저가 생활의 한 부분으로 자리 잡아가고 있으며 다양한 형태의 레저선박을 많이 보유하고 있다. 총톤수 5톤 미만, 승선인원 12인 미만의 소형 모터보트가 전체의 약 90% 정도를 차지하고 있으며, 최근 들어 원거리에서의 레저활동과 젊은 층을 위하여 최대속력 30노트 이상으로 점차 고속화되고 있는 추세이다.

본 장에서는 일본의 전례를 참고로 초기 레저활동에 가장 보편적으로 활용 가능한 총톤수 3톤급, 최대속력 35노트급 단동형 고속 Powerboat에 대한 선형계획과 성능평가를 수행하였다.

이러한 소형 단동형 Powerboat는 다른 레저선박에 비해 국내 설계/건조 경험이 상대적으로 풍부하지만, 자체적인 설계 Know-how는 확보하지 못한 실정이다.

본 연구에서는 길이 20m 이하, 속도 25노트 이상인 소형 활주선 80여척에 대한 자료를 수집하여 그 관계를 분석함으로써 초기설계를 위한 체계적인 방안을 제시하고자 한다.

## 1.1 선체 규모

승선 인원은 승합차 1대 또는 승용차 2대 정도의 인원인 8명을 기준으로, 선장 1명을 포함하여 총 9명으로 산정하였다. 따라서 “소형선박의 구조 및 설비기준”[34]에서 제시한 기준(식 4.1)에 따라 총톤수 3톤급 선박으로 결정하였다.

$$P = 2T + 3 \dots\dots\dots (4.1)$$

여기에서 P : 최대승선인원  
T : 총톤수

## 1.2 최대 속도

현재 낚시선박으로 널리 사용되고 있는 총톤수 3톤급 연안 어선은 통상 18~22노트 정도로 운항되고 있으며, 필요에 따라 엔진 마력을 증가시켜 고속을 내고 있다. 최근 들어 원거리에서의 레저활동과 젊은 층의 욕구에 부응하기 위하여 30~35노트급 선박이 본격 등장하고 있다. 본 연구에서는 이러한 추세에 발맞추어 최대속도 35노트를 목표로 설정하였다.

## 1.3 선체 재질

레저선박은 어업을 목적으로 하는 어선과는 달리 기능성 보다는 안락성과 안정성을 중시하고, 외관과 내부 장식 등이 고품질이며 일반 초보자나 가족 단위의 승선을 고려해야 하는 특징이 있다. 따라서 파랑 충격에 대한 안정성 확보가 매우 중요하다. 뿐만 아니라 추진성능을 고려하여 가벼우면서도 유지보수가 쉬워야 한다. 이러한 관점에서 그 동안 소형 연안어선 건조에 많은 경험을 보유하고 있는 FRP를 본 개발선의 재질로 선정하였다.



## 제 2 절 통계적 해석에 의한 선형계획

선형개발을 위한 초기 주요제원을 결정하기 위하여 길이 20m 이하, 속도 25노트 이상인 소형 활주선 80여척에 대한 자료를 수집하여 그 관계를 분석하였다.

Fig. 4.1은 배수량과 선체길이(전장, L)와의 관계를 보여준다. 본 개발 대상선과 유사한 규모(총톤수 3톤급)의 연안어선의 경우 수선길이는 약 7~8m 정도이고, 연장갑판을 제외한 전장(L)은 약 9m 내외이다. 이를 기준으로 본 개발선의 초기 배수량을 5톤 정도로 결정하였다. Fig. 4.2는 전장(L)과 흘수(d)와의 관계이다. 전장 9m인 경우 흘수는 약 0.5m 정도를 갖는다.

활주선의 경우 일반적으로 차인(Chine)을 갖는다. 이 차인은 고속에서 선체로부터 파도의 분리를 촉진시켜 충격 가속도를 감소시키는 역할을 한다. 속도계수( $V/\Delta^{1/3}$ , V:선속,  $\Delta$ :배수량)가 낮은 경우에는 차인 폭이 좁은 것이 저항성능에는 유리하지만, 소형선의 경우에는 안정성 측면에서 어느 정도의 폭을 확보하는 것이 바람직하다[47]. 뿐만 아니라 본 선박과 같이 고속에서의 안정성을 중시하는 경우, 중심높이를 낮게 하여 메터센터 높이를 높여주는 것이 파랑 중 횡요안정성 측면에서 유리하다. 이 메터센터 높이는 수선면적에 비례하므로 선폭을 가능하면 크게 하는 것이 바람직 하지만, 이를 지나치게 크게 하면 저항성능이 나빠질 위험성이 있는 관계로 적절한 값을 결정하여야 한다.

Fig. 4.3과 Fig. 4.4는 각각 전장(L)과 선폭(B) 및 차인폭( $B_c$ )과의 관계이다. 전장 9m인 경우 최대선폭과 차인폭은 각각 약 2.5m와 2.2m 정도를 갖는다. 본 선박은 이 차인을 선체 중앙부에서 선미에 걸쳐 수면 아래에 위치시켜 정지 상태에서도 횡방향 안정성이 확보되도록 하였다.

선체 깊이와 길이와의 관계는 종강도에 큰 영향을 준다. 종강도를 고려하여 깊이를 크게 하였을 경우에는 선체 중량이 과도하게 되어 추진성능에 좋지 않은 영향

을 주는 반면, 이 값이 너무 작으면 파랑 중 갑판이 물에 잠기게 되므로 적절한 값을 선정해 주어야 한다. 본 개발선은 Fig. 4.5의 자료를 토대로 초기 깊이(D)를 약 1.0m로 결정하였다.

활주선은 선체와 수면사이의 동적 압력에 의하여 선체가 부양되어 수면 위를 활주함으로써 고속영역에서 저항성능을 향상시키도록 고안된 선형인 관계로 그 단면 형상이 저항성능뿐 아니라 자세 안정성에도 매우 큰 영향을 미친다. 활주선의 단면은 크게 오목(Concave), 볼록(Convex), 직선(Straight), 오목-볼록(Inverted Bell) 등 4가지로 기본 형상(Fig. 3.2)으로 하여 여기에 약간씩 수정을 가하여 사용하고 있다. 본 개발선은 건조의 편의성을 고려하여 직선형 단면을 채택하였다.

활주성능에 크게 영향을 주는 또 다른 변수는 종방향 중심위치이다. 이는 선수미트림변화에 큰 영향을 주는 관계로 초기설계 단계에서 면밀히 검토되어야 한다. 일반적으로 선미단에서 중심까지의 거리는 수선길이의 약 40% 내외이다. 본 연구에서는 이를 참고로 종방향 중심위치를 결정하였다.

선저 경사각은 내항성능에 큰 영향을 주므로 고속 활주선 설계 시 가장 중요하게 검토 되어야만 한다. Kihara & Ishii[43]의 모형시험 결과에 따르면 선저 경사각이 커질수록 파랑 중 선수 부 상하 가속도가 줄어들어 승선감이 좋아지나, 이 각이 너무 커지면 추진효율이 나빠지는 문제가 있다. 따라서 통상 최대 30°가 넘지 않도록 하고, 15~25° 정도를 가장 널리 사용한다. 본 개발선은 소형 고속선의 평균 범위인 20°로 하였다.

McInnes[45]의 제안에 따르면 선미로 가면서 경사각을 작게 한 비틀(Warped)형 형상은 활주성능을 향상시키는 장점이 있으나, 이를 지나치게 작게 줄 경우 과도한 선미트림을 유발시켜 파랑 중 안정성에 치명적인 문제를 야기 시킬 수도 있다. 본 개발선은 가족단위의 승선을 목적으로 하는 레저선박인 관계로 선미단에서의 선저 경사각은 선수부와 유사하게 결정하였다.

본 연구 대상 개발선의 최종적인 주요제원(Table 4.1)은 초기 중량 추정과 배치상의 특성 등을 감안하여 정하였으며, 그 선형과 배치형상은 Fig. 4.6 및 Fig. 4.7에 각각 나타내었다.

## 제 3 절 계획선형의 유체역학적 성능평가

### 1.1 모형시험

일반적으로 고속 활주선의 경우 초기트림 상태(Initial Trim Condition)가 저항성능에 큰 영향을 미친다고 알려져 있다. 따라서 초기설계 단계에서 면밀한 검토가 필요하다. 정우철 등[31]은 소형 고속정의 모형시험에서 초기트림을  $2^\circ$  정도까지 변화 시키면서 실험을 수행하였고, 적절한 초기트림은 저항성능 개선에 크게 기여한다고 설명하였다. 즉, 초기 일반배치 설계 시 트림상태를 감안한 배치를 통하여 운항 중 최적의 트림조건이 만족되도록 함으로써 성능을 향상시킬 수 있다.

고속 활주선의 운항 중 트림 변화를 유도하여 성능을 개선시키는 방안으로는 앞에서 언급한 초기트림 외에 선미 Wedge나 Flap을 널리 이용하기도 한다. 이러한 Wedge나 Flap에 의한 저항감소 효과는  $F_n = 0.2 \sim 0.3$  이상에서 나타나고, Wedge가 Transom 깊이를 증가시키는 역할을 하므로 저속에서는 Flap보다 불리한 것으로 알려져 있다[47]. Karafiath 등[48]은 이러한 Wedge나 Flap에 의한 트림변화가 대형선에서는 그리 크지 않기 때문에 트림변화보다는 선미 유동장 개선에 의하여 저항이 감소된다고 주장하였다.

그러나 최근 들어 김주남[33]은 100톤급 고속 활주선에 선미 Wedge(Trim-Tab)와 선측날개(Side-Fin)를 부착하여 항주 트림변화와 저항성능과의 관계를 함께 조사/분석하였고, 40노트 이상의 고속 영역에서 선측날개가 선체를 부상시키는데 크게 기여한다고 설명하였다.

한편, 정우철 등[31],[32]은 고속 소형 레이선과 순시선의 모형시험을 통하여 선측에 설치된 날개(Side-Fin)가 운항 중 트림을 변화시키고, 어깨 부근에서 발생하는 왜곡을 억제시킴으로써 저항성능 개선에 기여할 수 있다고 설명하였다.

본 연구에서는 기존의 연구들[31],[32]과는 달리 강제적인 초기트림 없이 선측날개와 선미 Trim-Tab만으로 성능을 개선시킬 수 있는 방안을 도출하고자 하였다.

모형시험은 서일본유체기술연구소(FEL)의 고속회류수조에서 15~35노트 속도범위에서 Table 4.2에서 보는 바와 같이 부가물을 부착하지 않은 상태(Case-1)와 선측날개만 부착한 상태(Case-2), 그리고 선측날개와 Trim Tab이 함께 부착된 상태(Case-3) 세 경우에 대하여 수행하였다. 여기에서 선측날개는 선측 차인을 따라 선체 중앙부터 선미 끝단까지 15mm 폭으로 부착하였고, Trim-Tab은 각도 5°로 서관희 등[30]의 제안에 따라 수선면 길이의 약 1.5% 길이로 부착하였다.

선측날개와 선미 Trim-Tab의 형상은 Fig. 4.8과 같으며, 모형은 Photo 4.1~Photo 4.3과 같이 Lpp= 0.783m (1/10 scale)의 하드 우레탄으로 제작되었다. 시험이 수행된 수조의 주요제원과 형상은 Table 4.3과 Fig. 4.9에 각각 나타내었다.

## 1.2 결과 및 고찰

고속 활주선의 경우, 운항 중 자세변화가 저항성능에 미치는 영향이 매우 크다. 일반적인 고속 활주선의 경우 선저경사각이 주어졌을 때 모형선의 전저항(Rtm)은 압력저항(Pressure Drag)과 점성저항(Viscous Drag)으로 나누어지며, 식 4.2와 Fig. 4.10과 같이 정리될 수 있다[19].

$$R_{tm}/\Delta = \Delta \cdot \tan \tau + D_F / \cos \tau \dots\dots\dots (4.2)$$

- 여기에서,  $\tau$  : Trim Angle
- $\Delta \cdot \tan \tau$  : Pressure Drag
- $\Delta$  : Displacement, ton
- $D_F / \cos \tau$  : Viscous Drag

주어진 선저경사각에서 항주 안정범위(Porpoising Limit), 트림, 양력계수( $C_L$ )와의 관계는 Fig. 4.11과 같이 나타낼 수 있다. 여기에서 양력계수는 선체의 부상에 대한 계수로 다음과 같다.

$$C_L = \frac{\Delta}{1/2\rho V^2 B^2} \dots\dots\dots (4.3)$$

- 여기에서,  $\Delta$  : Displacement, ton
- $V$  : Ship Speed
- $B$  : Ship Breadth

본 계획선형의 경우 선수부 선저경사각이  $20^\circ$  이고, 일반적인 항주속도가 30노트 이므로 항주안정 조건을 만족하기 위해서는 트림 각이 최대  $4^\circ$  가 넘지 않도록 하여야 한다.

앞에서 언급한 세 가지 조건에 대한 저항계측결과를 Fig. 4.12에 나타내었다. 세 경우 모두 저항값 변화가 크게 나타나고 있다. 본 개발선의 통상 항주속도 범위인 20~25노트( $Fn=1.2\sim 1.5$ ) 영역에서 선측날개와 Trim-Tab이 모두 부착된 Case-3의 저항성능이 가장 우수한 반면, Original 선형인 Case-1의 저항 값이 가장 크다. 비록 Case-1의 저항 값이 30노트( $Fn=1.8$ ) 이상에서 가장 작게 나타나고 있으나, 이 이상의 속도에서는 계측 값이 충분치 않은 관계로 뚜렷한 경향을 찾기가 어렵다. 선측날개만 부착된 Case-2의 경우 전반적으로 다른 두 경우의 중간정도의 성능을 보인다.

항주 시의 트림 변화를 Fig. 4.13에 나타내었다. 세 경우 모두 속도가 증가할수록 트림이 줄어드는 경향을 보인다. 20노트 이후 속도 영역의 트림 변화율은 거의 같은 양상을 보여주지만, 20노트 이하의 영역에서는 선측날개(Side-Fin) 유무에 따라 그 변화율이 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 선측날개에 작용하는 양력이 중심 뒤에서 작용하기 때문이고, 트림탭을 함께 부착한 경우(Case-3)는 선측날개와 트림탭이 동시에 영향을 주었기 때문이다. 앞에서 언급한 바와 같이 Case-3의 저항이 고속영역에서 급격하게 증가하는 형상은 선미 Trim-Tab에 의해 선미트림이 강제적으로 억제됨에 따라 선수부에 압력저항이 크게 증가하기 때문으로, 4° 정도의 적정 트림을 유지하기 위해서는 Trim-Tab의 크기 조절이 필요한 것으로 판단된다.

침하량의 변화를 비교하여 Fig. 4.14~Fig. 4.16에 나타내었다. 여기에서 양(+의 값은 수직 상 방향, 즉 선체 부상을 뜻한다. 세 경우 모두 속도가 증가함에 따라 선수부가 점차 부상하다가 일정 속도가 되면 다시 침하되는 경향을 보인다. 그러나 Midship과 선미에서는 지속적으로 부상이 일어나고 있다. 따라서 앞에서 언급한 바와 같이 트림 각도가 줄어들게 된다. 선측날개(Side-Fin)에 선미 Trim-Tab을 부착한 경우 선수미에서 전반적인 선체 부상량이 다른 두 경우에 비하여 매우 작게 나타나고 있고, 이러한 이유로 저항이 고속영역에서 크게 나타나는 것으로 보인다.

Fig. 4.17은 항주 중 침수표면적의 변화를 보인다. 고속 활주선의 경우 이 값이 작아질수록 비교적 우수한 저항성능을 나타낸다. 침수표면적의 변화는 저속영역에서 속도가 증가할수록 급격하게 감소하다가 20노트 이상에서는 거의 동일한 값을 보이며, 세가지 경우의 운항 중 침수표면적 변화는 거의 동일하게 나타나고 있다.

Photo 4.4~Photo 4.6에는 30노트에서의 파형을 나타내었다. Case-1과 Case-2의 경우, 유사한 파형을 보인다. 그러나 Case-3의 경우, 선측에서 발생하는 쇄파가 더욱 강하고 앞쪽에서 발생하고 있다. 이는 앞에서 언급한 바와 같이 부가물, 특히 Trim-Tab에 의하여 선수 침하가 더 크게 발생하기 때문이고, 고속에서 저항 값이 급격하게 증가하는 이유를 설명한다.

**Table 4.1 Principal Dimensions**

Items	Dimensions
LOA (m)	9.0
Lbp (m)	7.8
B (m)	2.3
D (m)	0.8
d (m)	0.6
Disp. (Ton)	5.4

**Table 4.2 Test Conditions**

Test case	Remarks
Case-1	Original Hull
Case-2	Original Hull + Side-Fin
Case-3	Original Hull + Side-Fin + Trim-Tab

**Table 4.3 Principal Dimensions of High Speed CWC**

	Whole Body	Measuring Section
L (m)	24.0	7.0
B (m)	3.2	1.5
H (m)	6.6	1.2
Max. Velocity	5.5 m/sec	

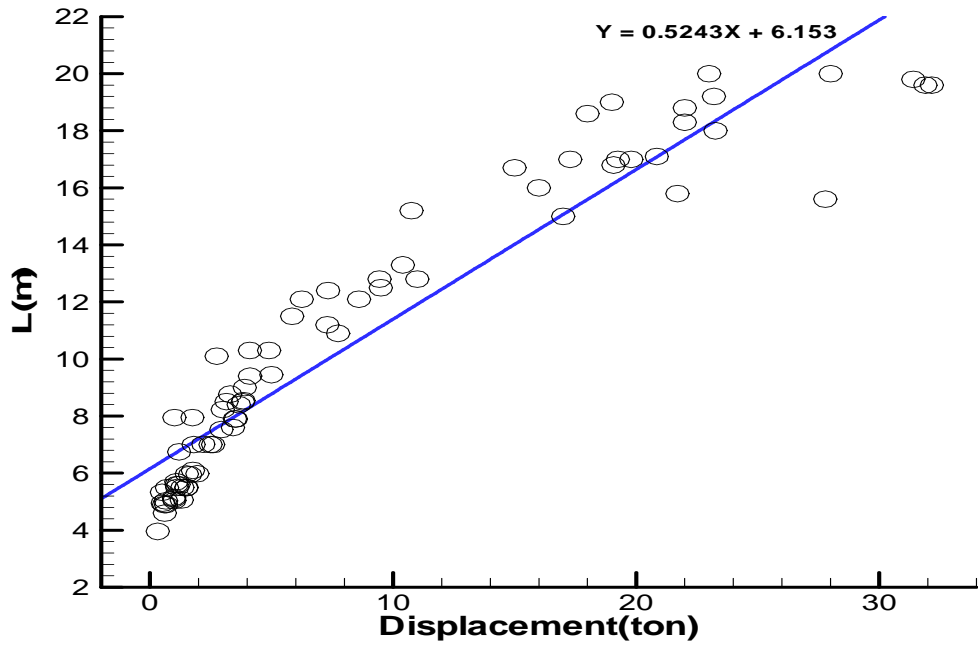


Fig. 4.1 Relation between Displacement(ton) and Length(m)

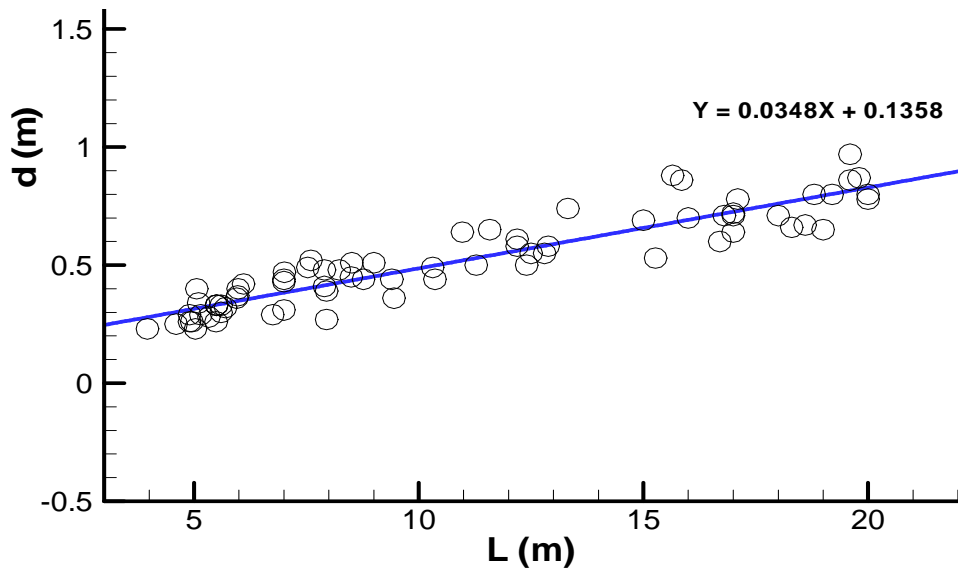
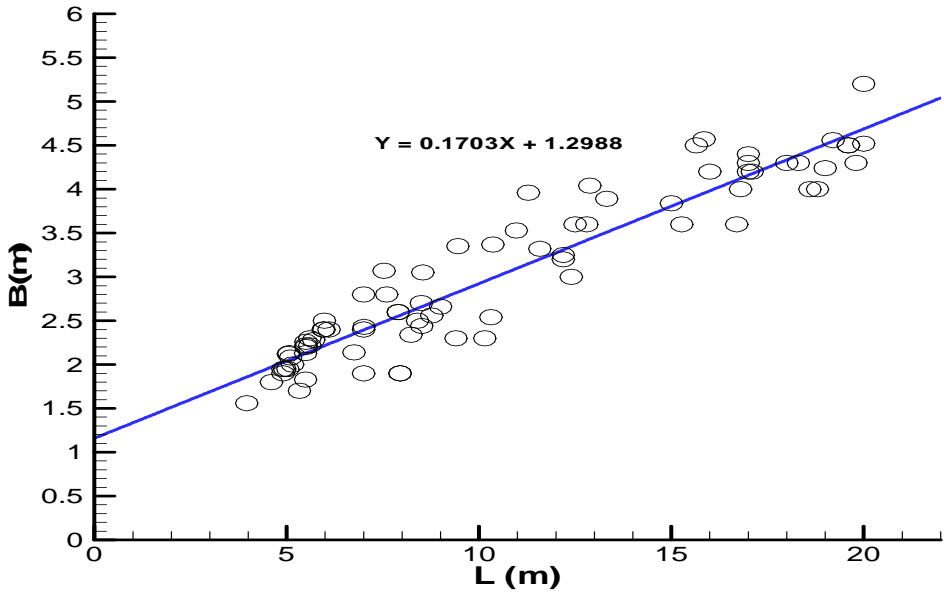
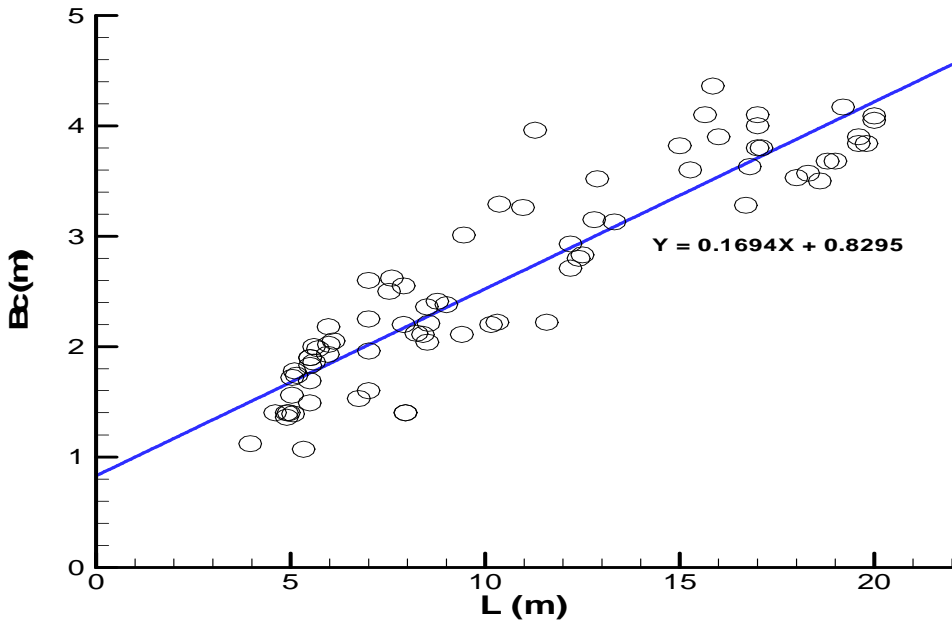


Fig. 4.2 Relation between Length and Draft

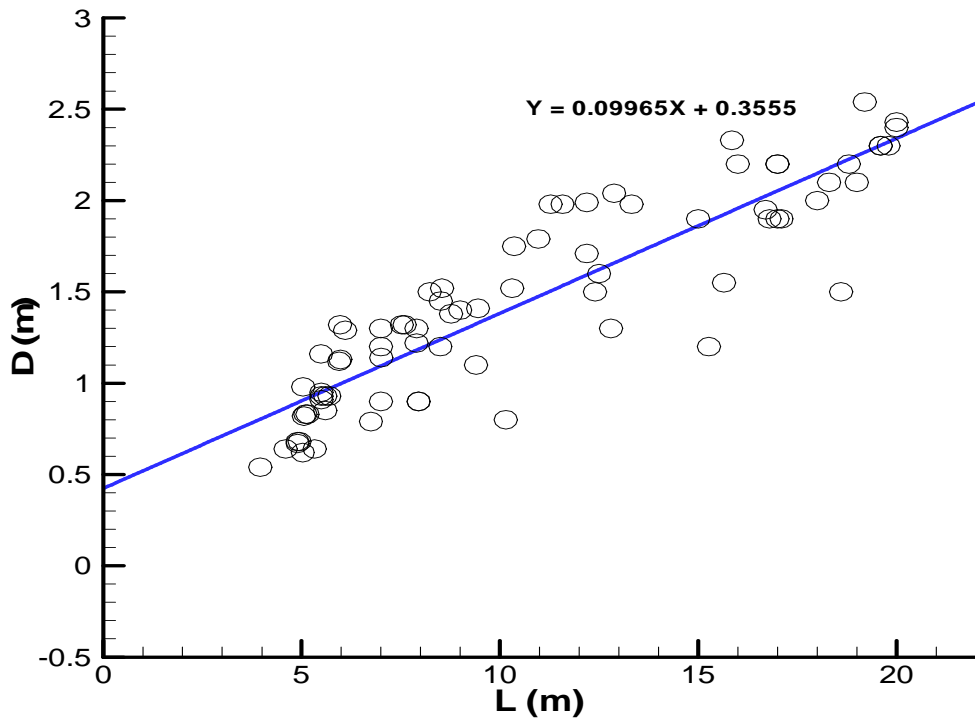




*Fig. 4.3 Relation between Length and Breadth*



*Fig. 4.4 Relation between Length and Chine Breadth*



*Fig. 4.5 Relation between Length and Depth*

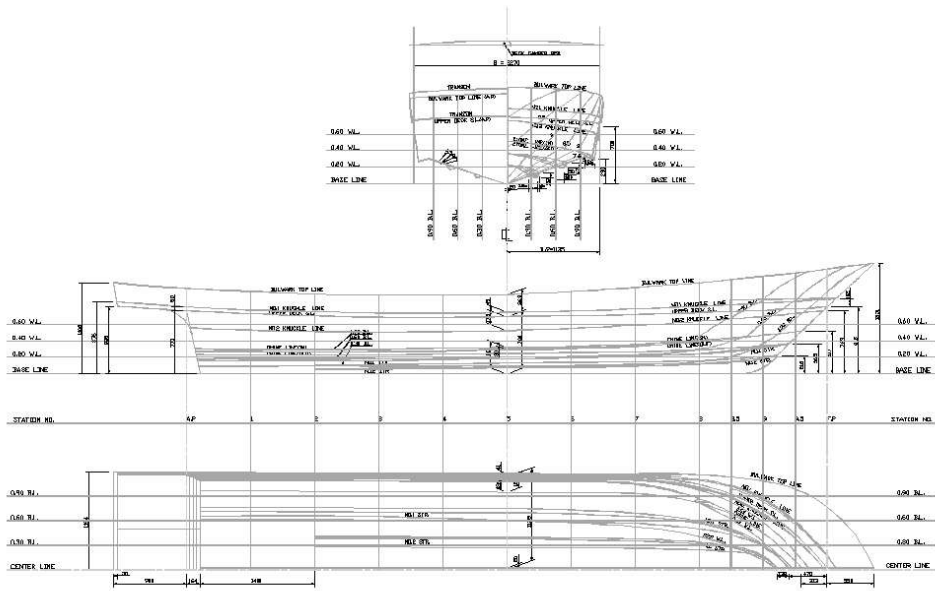


Fig. 4.6 Hull Forms of 30FT Class Leisure Boat

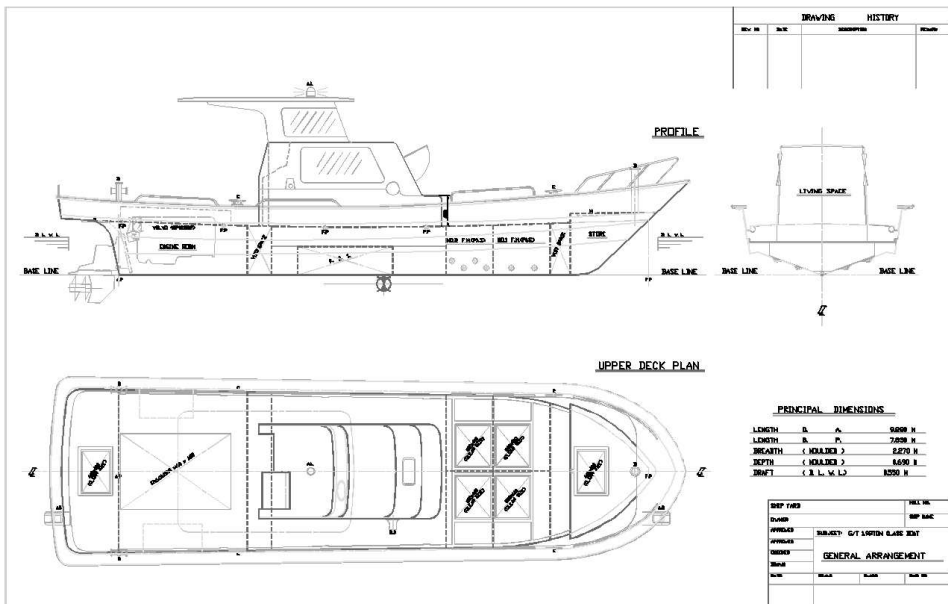


Fig. 4.7 General Arrangement of 30FT Class Leisure Boat

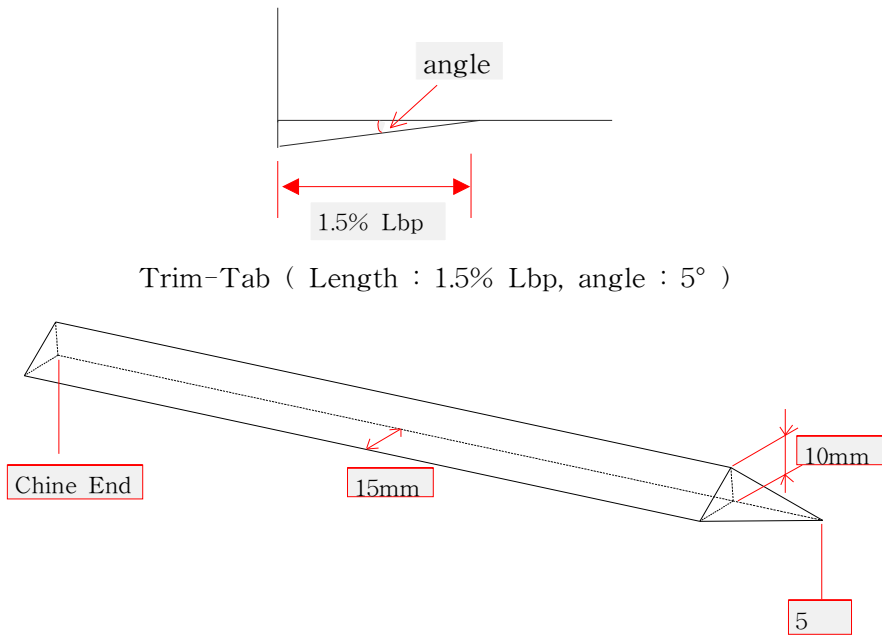


Fig. 4.8 Layout of Side-Fin and Trim-Tab st.

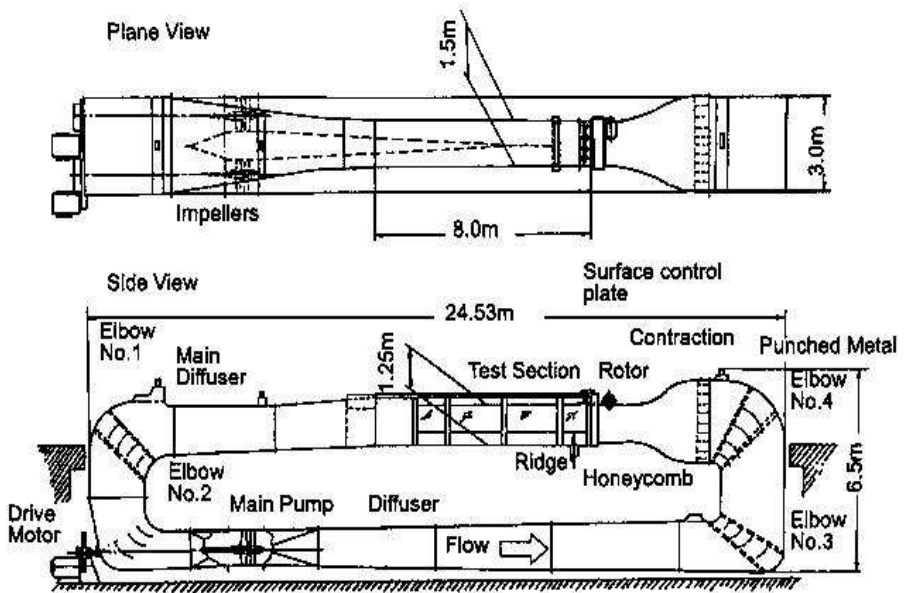


Fig. 4.9 Sketch of High Speed CWC (FEL, Japan)

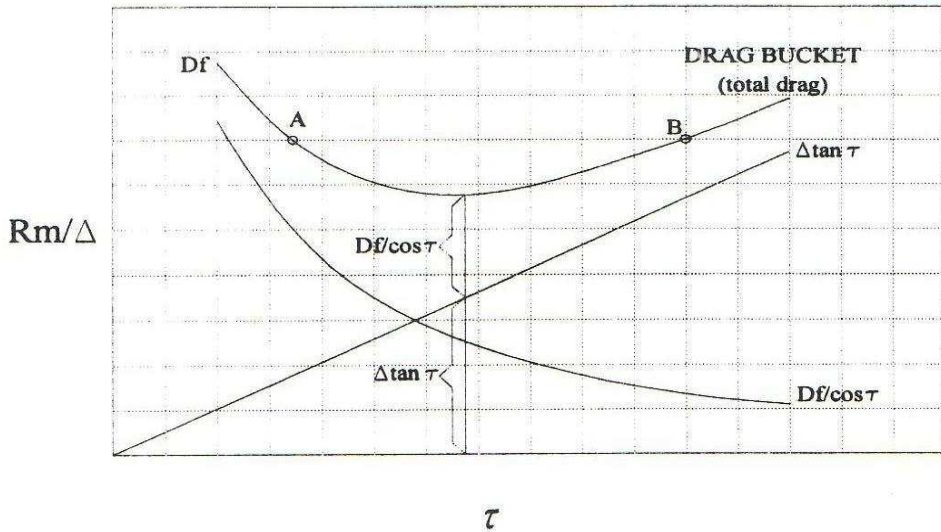


Fig. 4.10 Relation between Trim( $\tau$ ) and Resistance

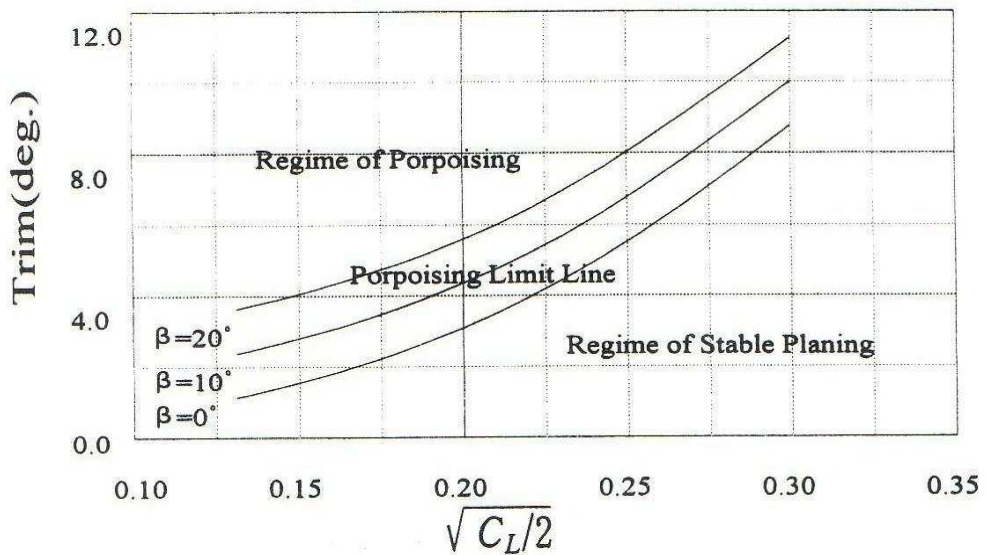


Fig. 4.11 Relation between Porpoising Limit, Trim( $\tau$ ) and Deadrise Angle

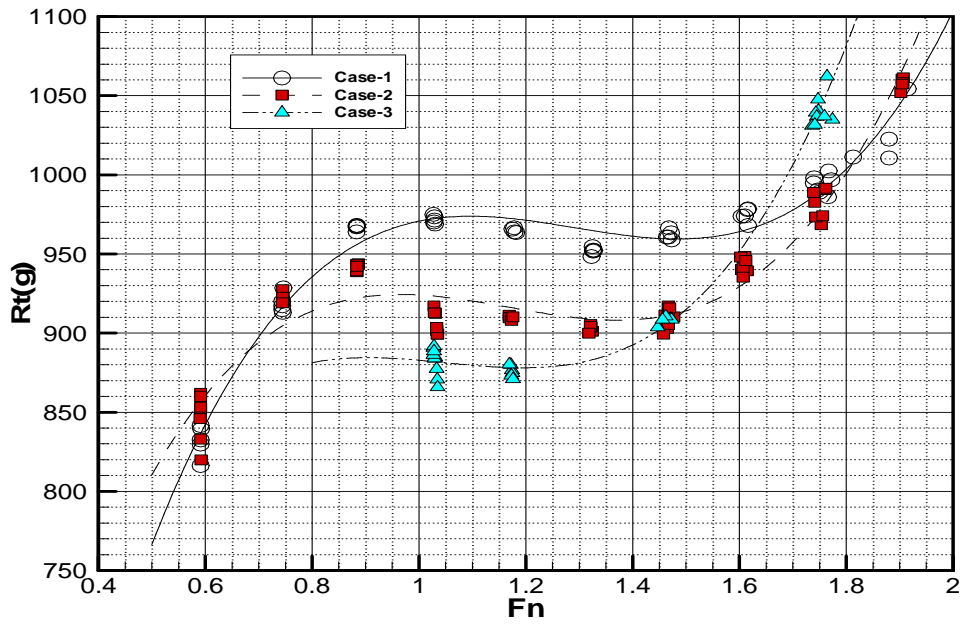


Fig. 4.12 Comparison of Total Resistance,  $R_t$ (g)

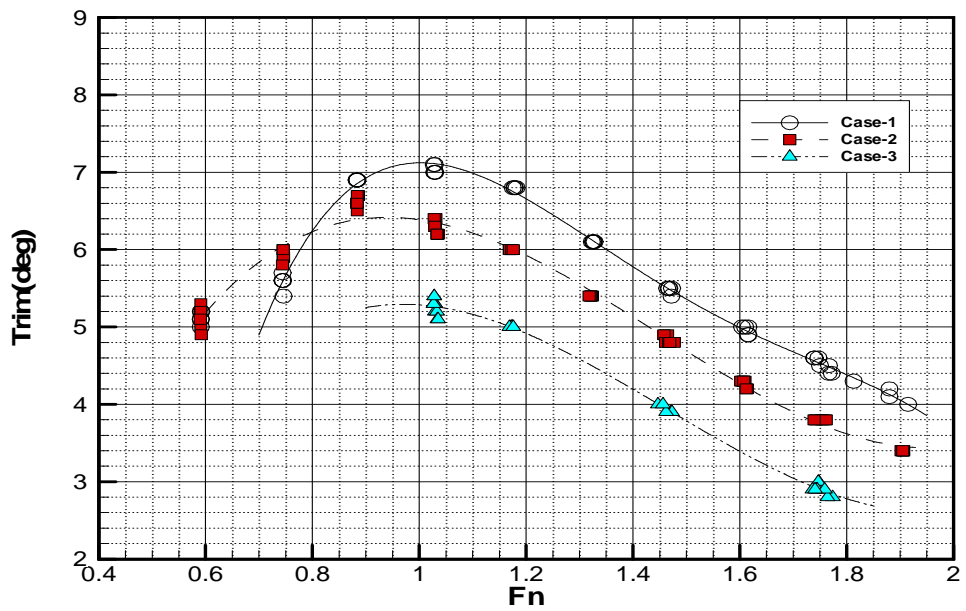


Fig. 4.13 Comparison of Trim

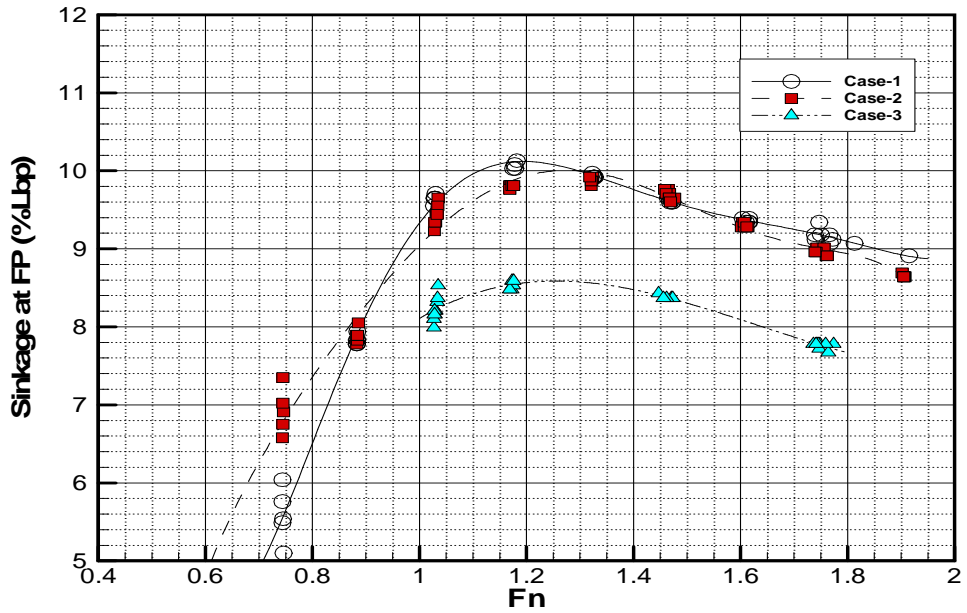


Fig. 4.14 Comparison of Sinkage at F.P.(%Lbp)

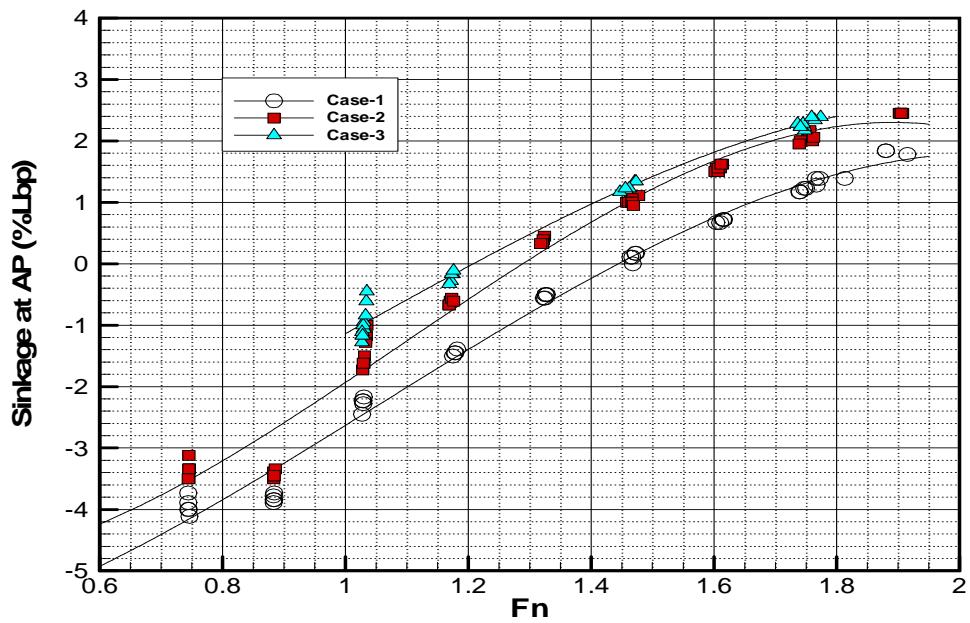


Fig. 4.15 Comparison of Sinkage at A.P.(%Lbp)

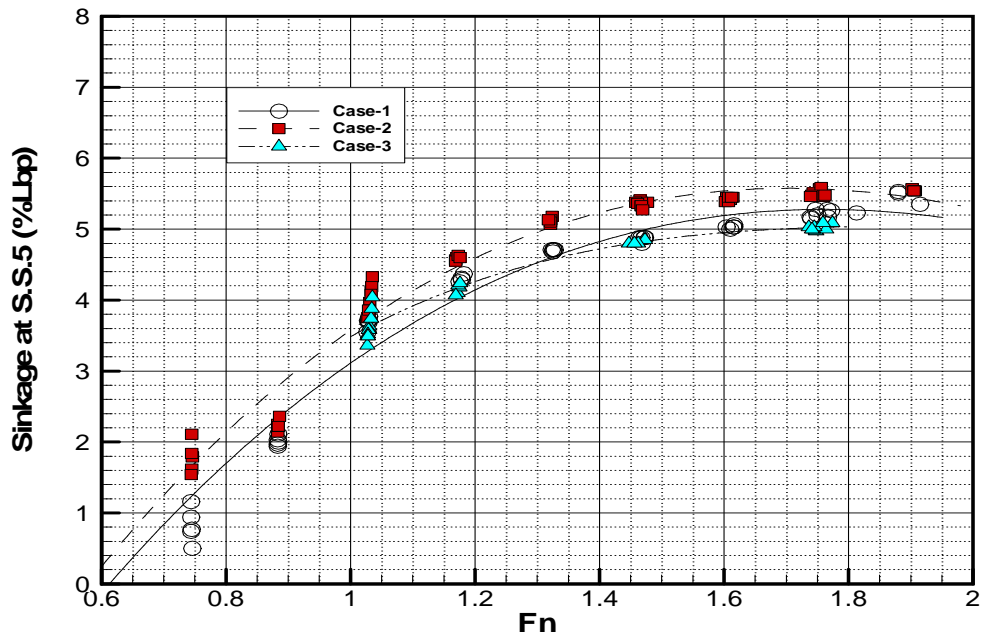


Fig. 4.16 Comparison of Sinkage at S.S.5(%Lbp)

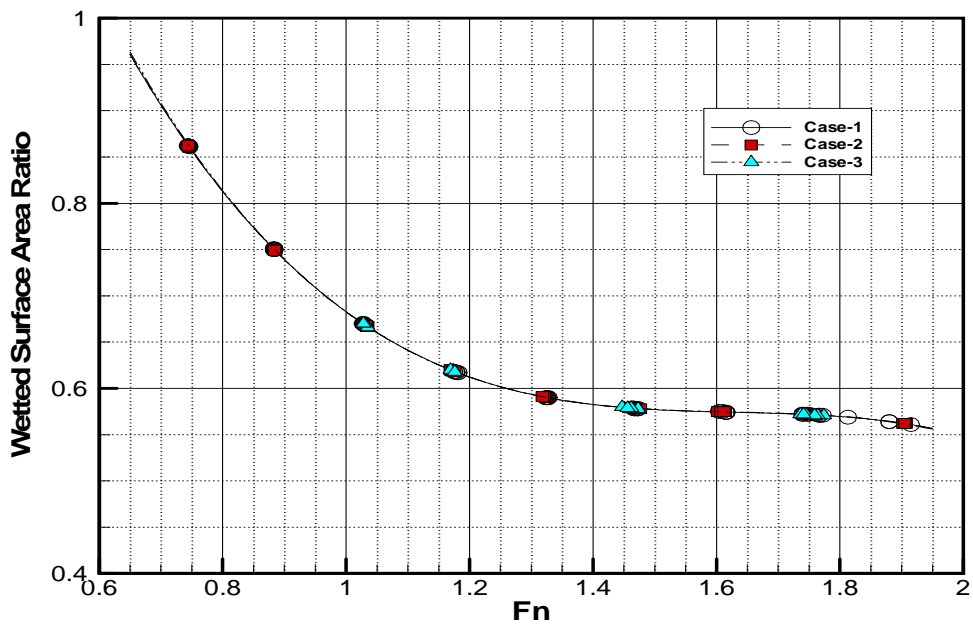


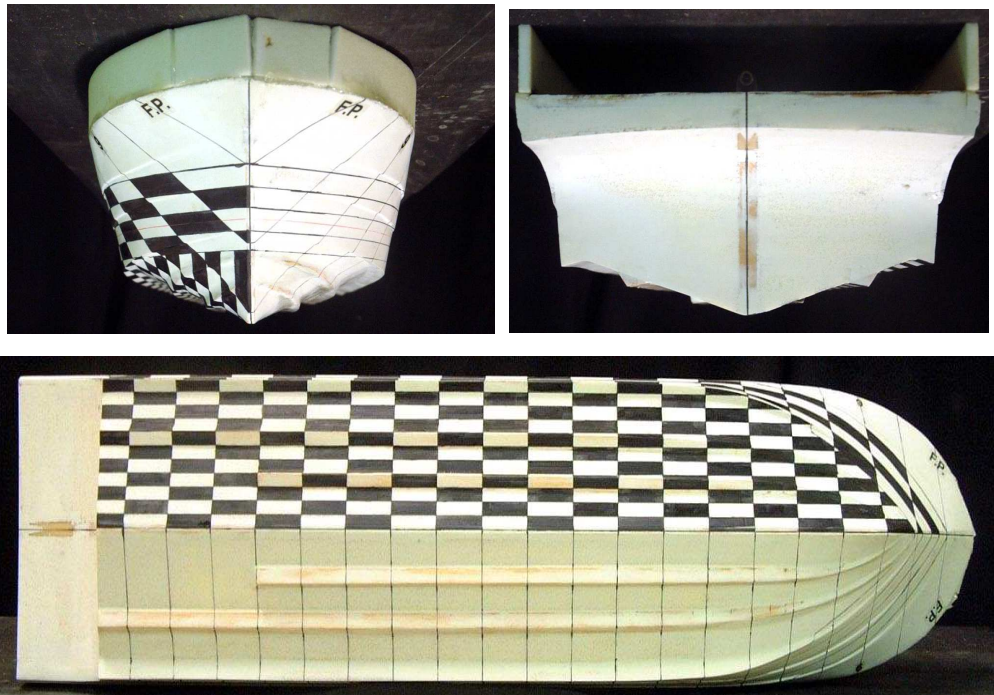
Fig. 4.17 Comparison of Wetted Surface Area Ratio



(a) Side View



(b) Bottom & Front View

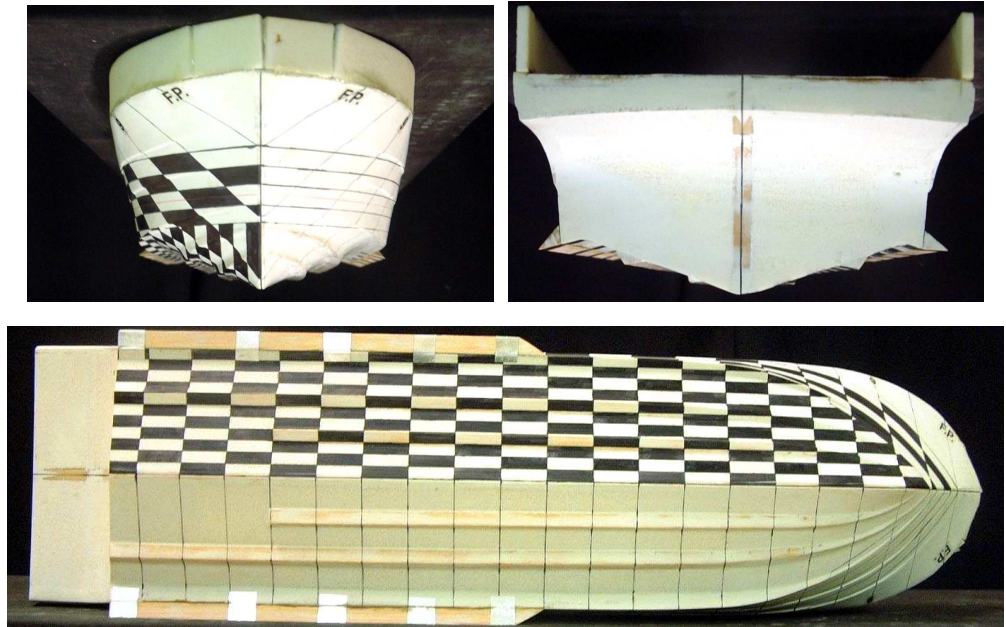


*Photo 4.1 Test Models for Case-1*

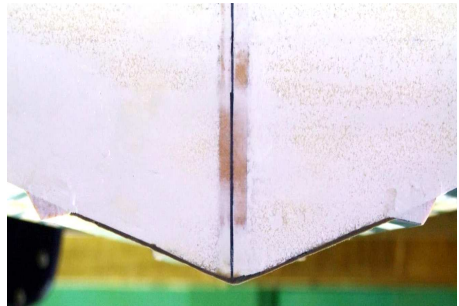
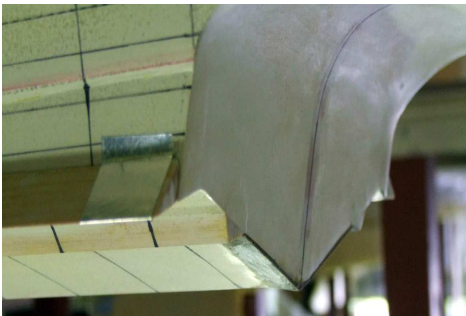
(a) Side View



(b) Bottom & Front View

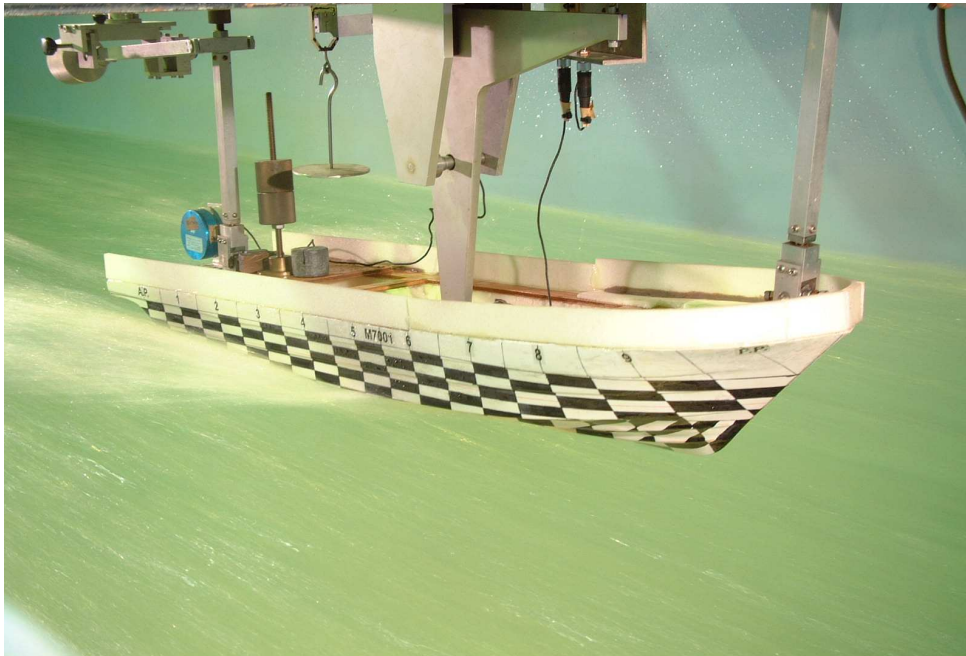


*Photo 4.2 Test Models for Case-2*

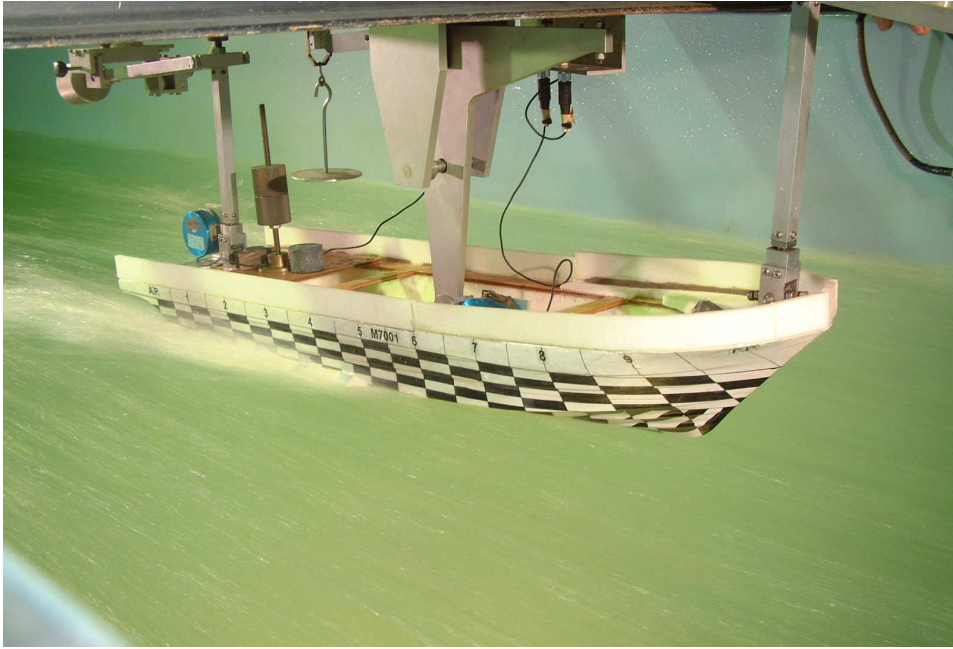


*Photo 4.3 Test Models for Case-3*



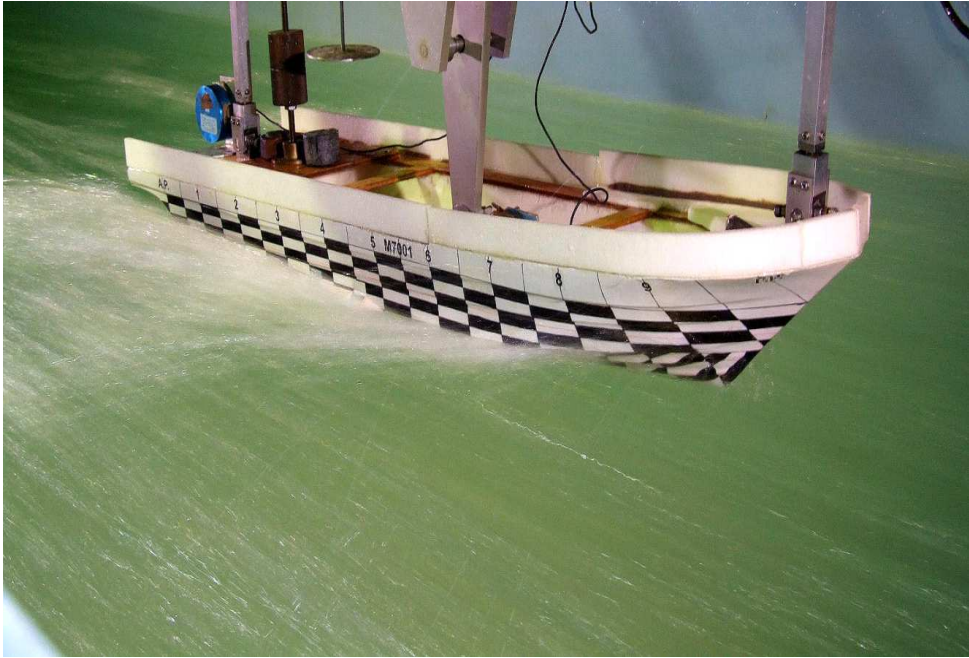


*Photo 4.4 Wave Patterns for Case-1,  $V_s = 30.0$  Knot*



*Photo 4.5 Wave Patterns for Case-2,  $V_s = 30.0$  Knot*





*Photo 4.6 Wave Patterns for Case-3,  $V_s = 30.0$  Knot*

# 제 5 장 터널형 고속 파워보트 선형계획과 평가

## 제 1 절 개 요

앞의 제 4장에서 언급한 단동형 레저보트의 경우, 비교적 국내에서도 기술 축적이 많이 되어 있는 관계로 최근 들어 널리 건조되고 있다. 그러나 제한된 갑판면적과 횡방향 안정성 확보의 어려움으로 선형개발에 어느 정도 한계가 있고, 이로 인하여 향후 해양레저가 활성화 되었을 때 고객의 다양한 요구를 만족시키기에는 다소 무리가 따른다. 뿐만 아니라 우리나라 서남해안권은 수심이 낮고 개펄이 넓게 분포되어 있는 관계로 이러한 연안 특성을 고려한 낮은 흘수의 레저선 개발이 필요하다.

해양레저가 활성화 되어 있는 미국, 유럽 등 선진국의 경우 다양한 연령층을 겨냥한 보트들이 판매되고 있다. 그 중 Tunnel형 고속 Powerboat는 쌍동선과 유사한 개념으로, 넓은 갑판면적을 활용할 수 있으며, 내항성능이 뛰어나 고속운항 시에 유리한 관계로 젊은 층들이 선호하고 있다.

본 장에서는 수심이 낮은 연안에서의 운항에 적합하고, 고속/안정성이 뛰어난 Tunnel형 Powerboat의 해외 사례 조사를 통하여 전장 6.0~7.0m 내외의 최대속력 35노트급 소형 선박을 설계하였으며, 그 성능을 회류수조 모형시험을 통하여 분석하였다. 또한 구조해석을 통하여 쌍동형 고속선에 있어서 중요한 문제인 선수부 Slamming에 의한 구조 안정성을 평가하였다.

## 제 2 절 통계적 해석에 의한 선형계획

Photo 5.1은 미국 Ocean Express Powerboats사에서 제작/판매 중인 Tunnel형 Powerboat의 한 예를 보인다. 본 연구를 통하여 개발하고자 하는 선박과 유사한 선박으로, 전장 15'6"(약 5m)급으로 4인승 선박이다. 주요제원을 Table 5.1에 나타내었다.

앞의 Photo 5.1과 같은 Powerboat는 거의 대부분 선저에 계단(Step)을 두고 있다. 이러한 계단은 고속 운항 시 저항을 줄여주고 자세 안정성에도 기여한다고 알려져 있으나, 최적 위치와 크기를 결정하기에는 많은 경험이 필요하다. 본 연구에서는 초기선형개발이 주목적이므로 이러한 계단은 고려하지 않았다 .

Fig. 5.1은 수집된 선박들의 배수량과 전장과의 관계를 보여준다. 전장 6~7m 정도인 경우 배수량은 약 0.6~1.2톤 사이로 평균 1톤 내외를 갖는다.

Fig. 5.2는 전장과 선폭과의 관계이다. 전장 6~7m 정도인 경우 선폭은 약 2.2~2.4m 정도이다.

Fig. 5.3은 전장과 흘수와의 관계이다. 수집된 유사선박 자료 중 흘수에 대한 자료가 충분치 않은 관계로 통계해석에 의한 추정치에 다소 큰 오차가 발생할 수 있다. 전장 6~7m인 경우 흘수는 약 0.35~0.4m 정도이다. 이 값은 향후 배수량에 대한 자세한 검토 후 수정될 것이다.

이상의 초기추정 결과와 해외 실적자료를 참고로 하여 초기 Lines를 작성하였다 (Fig. 5.4). 여기서 보는 바와 같이 양쪽의 선체 사이에 Tunnel이 형성되어 있다. 이 Tunnel 높이 변화에 따른 저항성능의 변화는 모형시험을 통하여 검토하였다.



작성된 초기 Lines를 이용하여 3차원 모델링 작업을 수행하였다. 이를 통하여 정확한 중량 추정과 주요목 계산을 다시 수행하였다. Fig. 5.5는 3차원 모델링의 예를 보인다.

이상의 결과로부터 최종적으로 결정된 본 개발선의 주요제원은 Table 5.2와 같고 최종 Lines는 Fig. 5.6에 나타내었다.

## 제 3 절 계획선형의 유체역학적 성능평가

### 3.1 모형시험

모형시험은 서일본유체기술연구소(FEL)의 고속회류수조에서 Original 선형(Case-1)과 Tunnel 높이를 반으로 줄인 선형(Case-2)에 대하여 20~35노트 범위에서 수행하였다. 모형선은  $L_{pp}=0.471\text{m}$ (1/10 scale) 크기로 하드우레탄으로 제작하였다(Photo 5.2). 실험이 수행된 고속회류수조는 Fig. 4.9와 같다.

Fig. 5.7은 두 경우의 저항 계측결과를 보인다. Tunnel 깊이를 반으로 줄여 줌으로서 저항성능이 크게 개선되었다. 속도가 증가할수록 그 차이는 더욱 크게 나타난다. 이는 Tunnel 깊이가 줄어들어서 침수표면적 감소에 따른 마찰저항이 줄어들었기 때문으로 판단된다.

Fig. 5.8은 트림(Trim) 계측결과이다. Tunnel 깊이가 줄어든 Case-2의 트림이 더 크게 나타나고 있다. 이는 Tunnel 깊이를 줄여줌으로서 활주면에 작용하는 양력이 더 크게 작용하였기 때문이고, 이로 인하여 저항이 줄어들었다고 판단된다. 두 경우 모두 30노트( $F_n=2.2$ ) 이상에서 항주트림 각도는  $2.5\sim 3^\circ$  정도로 잘 설계된 활주선의  $3\sim 4^\circ$  보다 안정된 자세를 보인다.

Fig. 5.9~Fig. 5.11은 침하(Sinkage) 측정결과이다. 여기에서 (+)는 연직 상방향을 (-)는 그 반대 방향을 의미한다. A.P에서는 두 경우 큰 차이가 없다. F.P와 Midship에서는 Case-2의 경우가 더 큰 양을 보이고 있다. 이는 앞에서 언급한 바와 같이 활주면에 작용하는 양력이 커졌기 때문이고, 이로 인하여 Case-2의 트림이 Case-1보다 더 커진 것이라고 보인다.

Photo 5.3과 Photo 5.4는 각각 25노트와 33노트에서의 Case-1과 Case-2의 파형이다. 두 경우 모두 흘수가 낮고 선수부 형상이 날카로운 관계로 선측파형은 잘 나타나지 않는 고속 쌍동선의 일반적인 특징을 잘 보이고 있다. Case-2의 경우가 Case-1에 비하여 선미파가 줄어드는 양상을 보인다. 이는 Case-2의 경우가 트림과 선체 부상량이 크기 때문으로 판단된다.

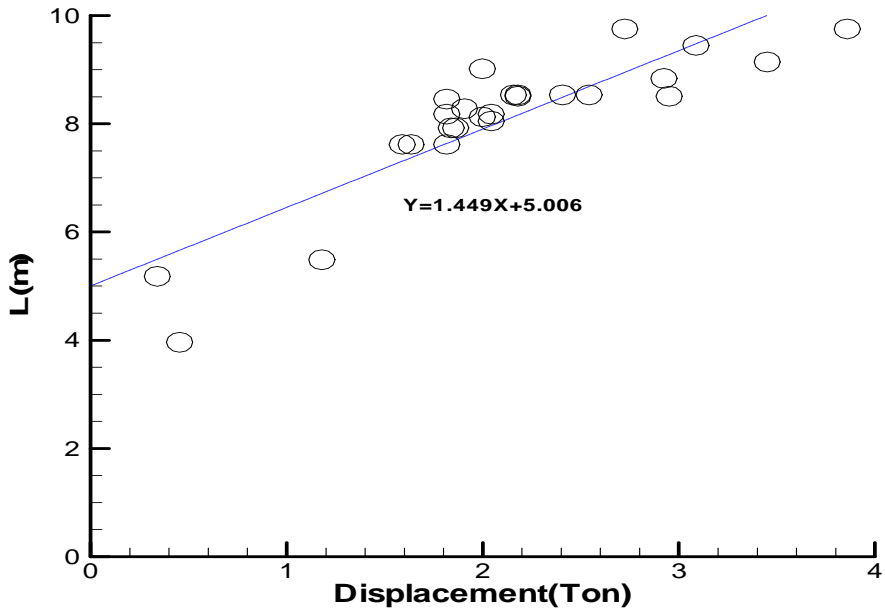
이상에서 언급한 바와 같이 Tunnel 깊이를 줄여 줌으로서 침수표면적 감소에 따른 마찰저항 감소뿐만 아니라 조파저항 감소로 인하여 저항성능이 크게 개선되는 것을 확인하였다. 그러나 선외기를 부착하였을 때 프로펠러 단면으로 유입되는 유속 분포에 대한 검토, 즉 추진효율 측면에서는 좀더 추가적인 검토가 필요하다고 판단된다.

*Table 5.1 Principal Dimensions of Powerboat shown in Photo 5.1*

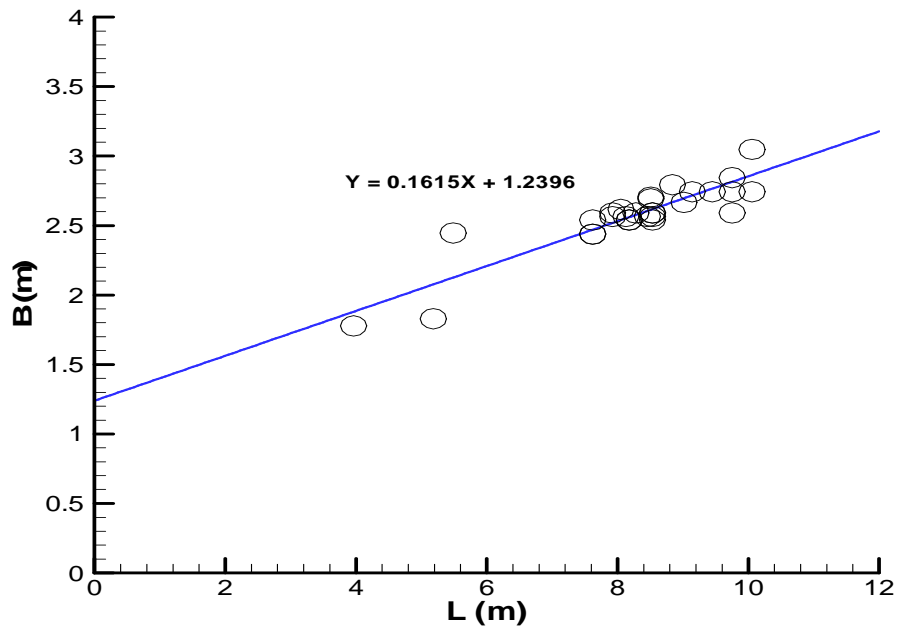
Items		Dimensions
LOA		15' 6"
B		6'
d	static	10"
	dynamic	4"
Approx. weight		450 lbs
Standard engine		Single outboard 150HP

*Table 5.2 Principal Dimensions for Developed Powerboat*

Items	Dimensions
LOA (m)	5.435
Lpp (m)	4.710
Lwl (m)	4.512
B (m)	2.187
d (m)	0.305
Displacement (Ton)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abt. 1,100 Kg</li> <li>- Hull (FRP) : 500 Kg</li> <li>- Crew(4 persons) : 240 Kg</li> <li>- Engine : 200 Kg</li> <li>- Fuel : 100 Kg</li> <li>- Fitting &amp; others : 60 Kg</li> </ul>



*Fig. 5.1 Relation between Length and Displacement*



*Fig. 5.2 Relation between Length and Breadth*

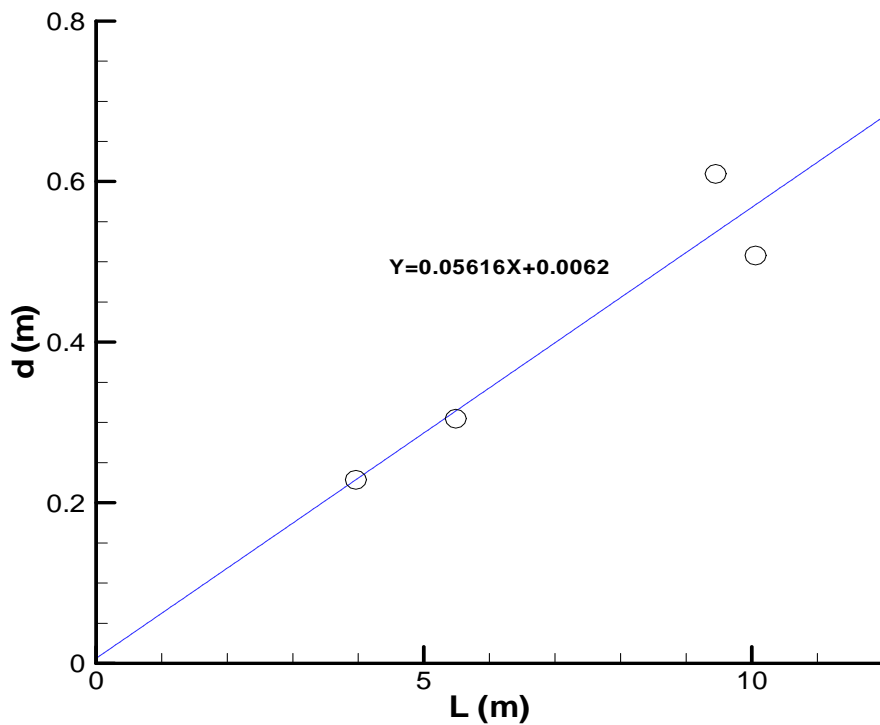


Fig. 5.3 Relation between Length and Draft

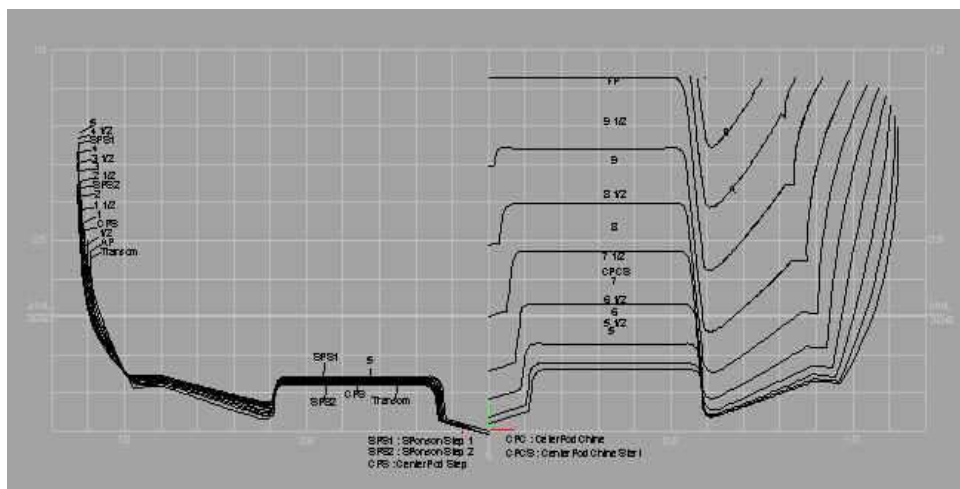
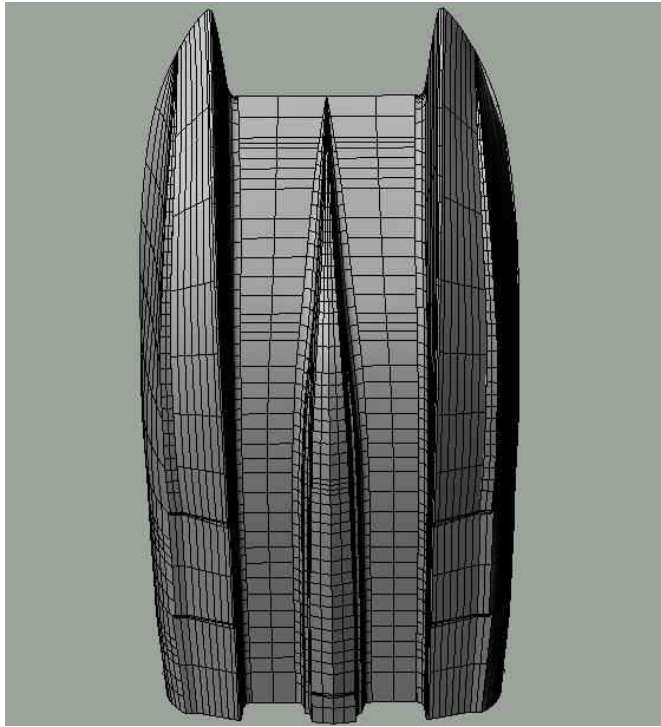
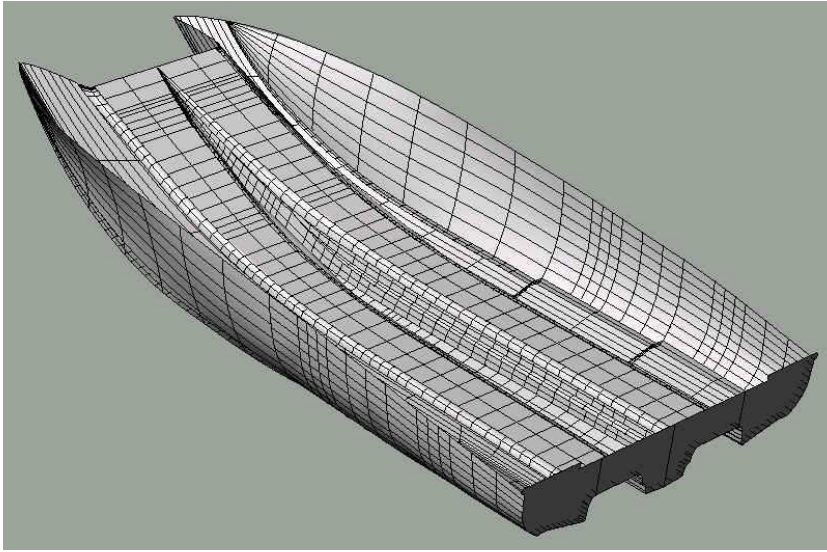


Fig. 5.4 Initial Lines of Tunnel Type Powerboat



*Fig. 5.5 3-D Modeling*



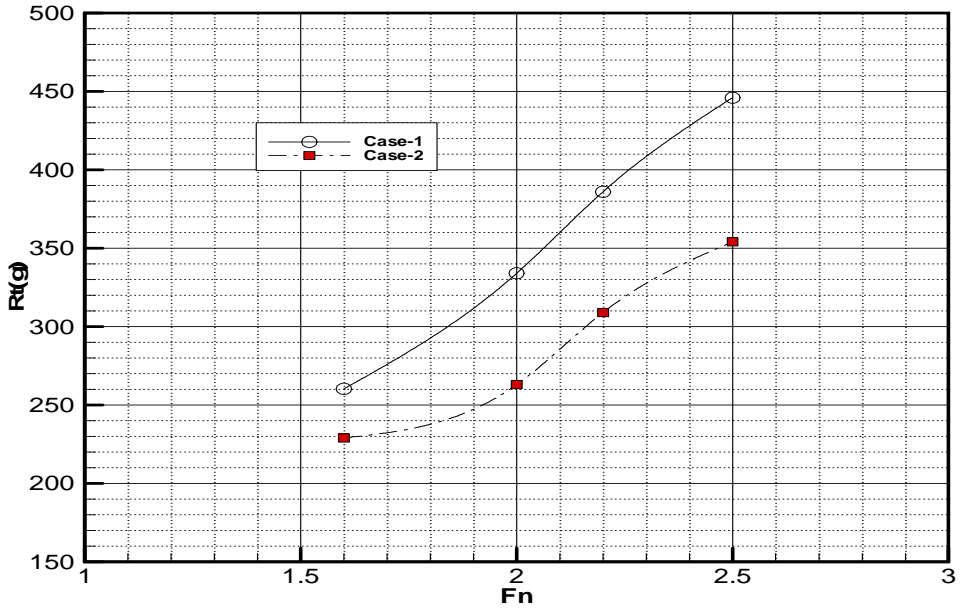


Fig. 5.7 Comparison of Total Resistance,  $R_t(g)$

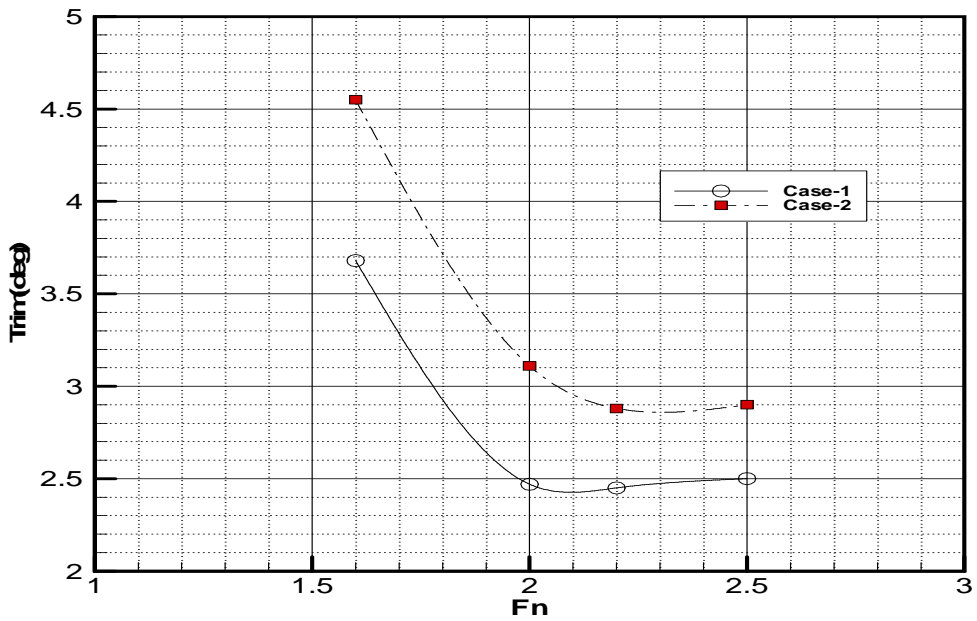


Fig. 5.8 Comparison of Trim Angle



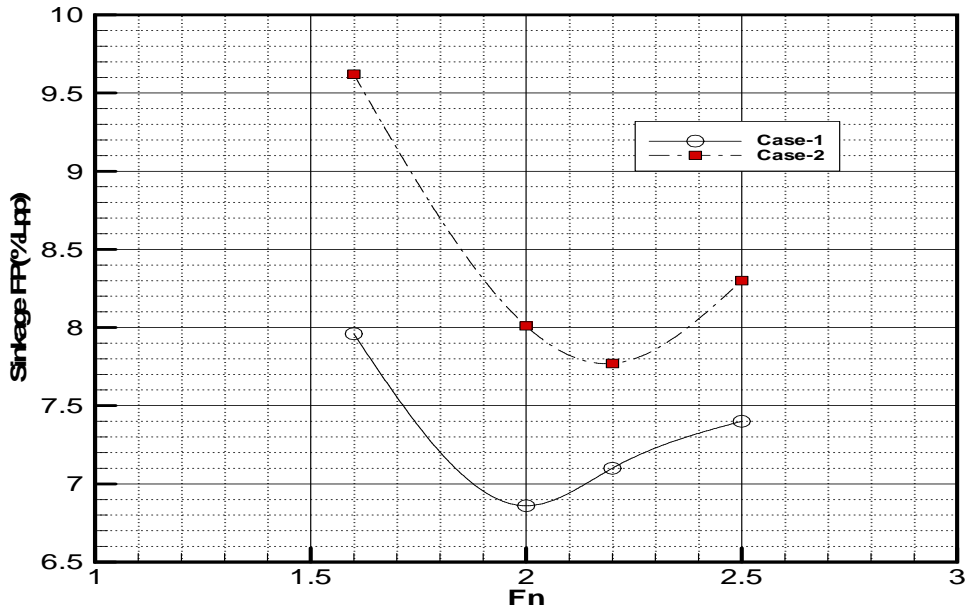


Fig. 5.9 Comparison of Sinkage at F.P (% Lbp)

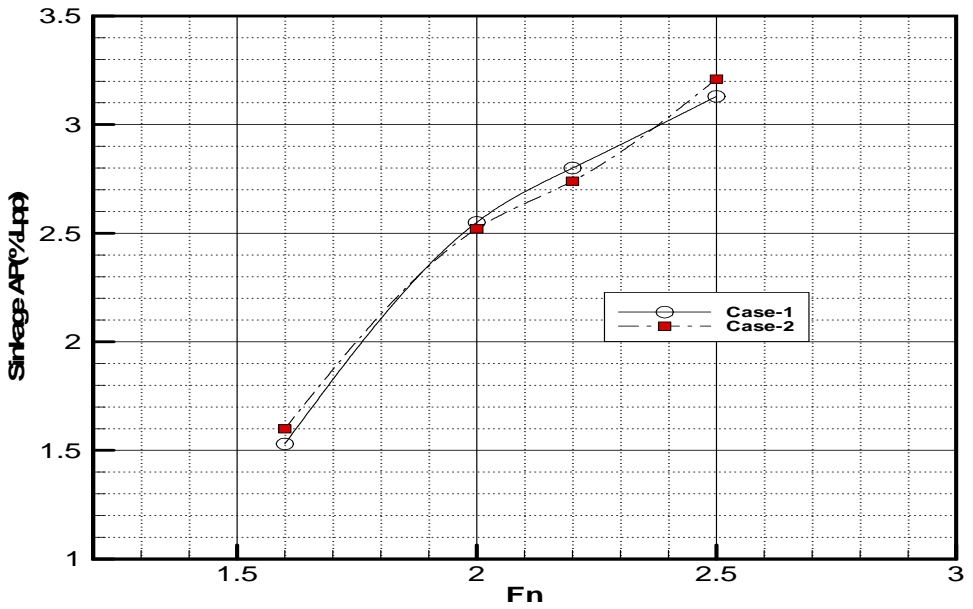


Fig. 5.10 Comparison of Sinkage at A.P (%Lbp)

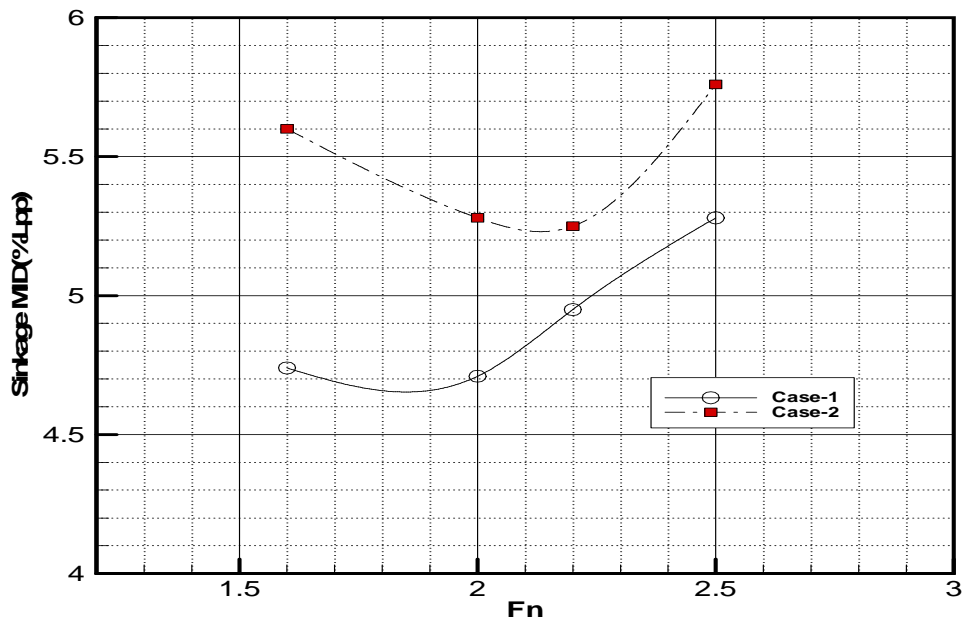


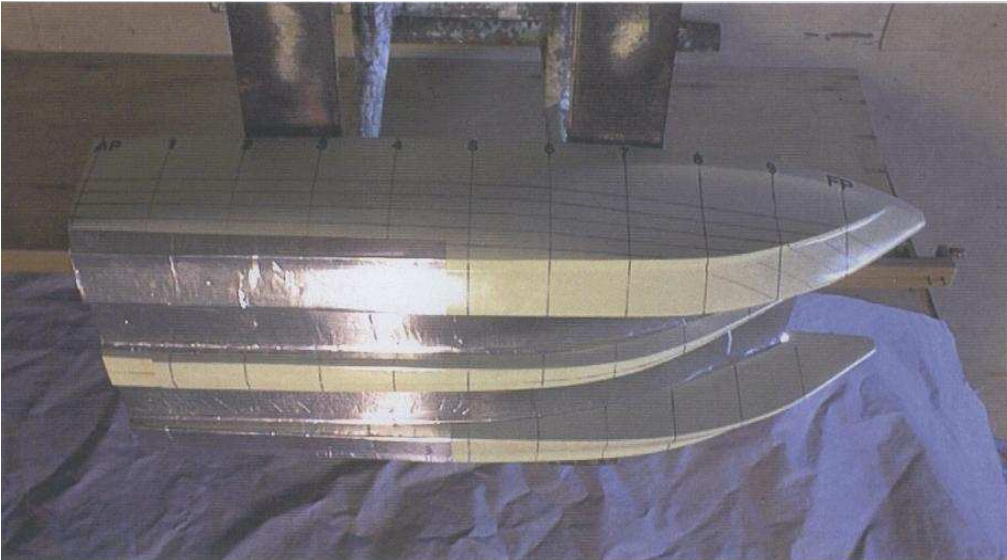
Fig. 5.11 Comparison of Sinkage at S.S.5. (%Lpp)



Photo 5.1 Tunnel형 Powerboat 예  
(미국 Ocean Express Powerboats사)



*(a) Case-1*



*(b) Case-2*

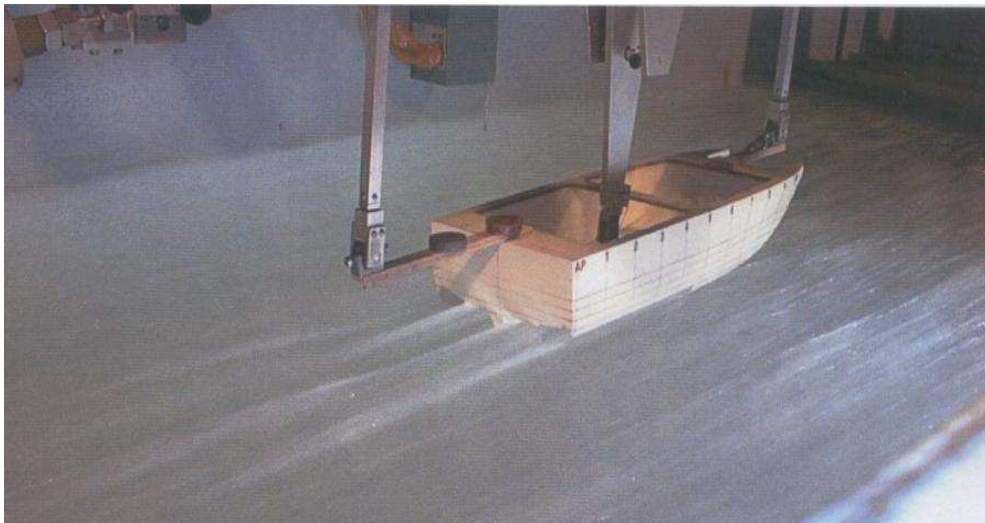
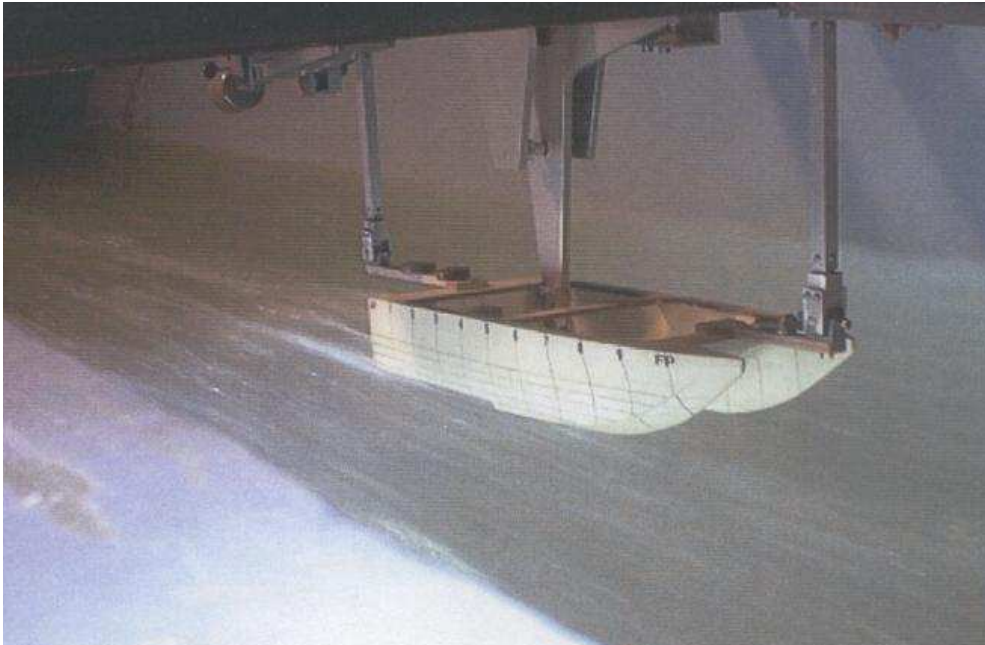
*Photo 5.2 Test Models*



*(a) 25 Knots*

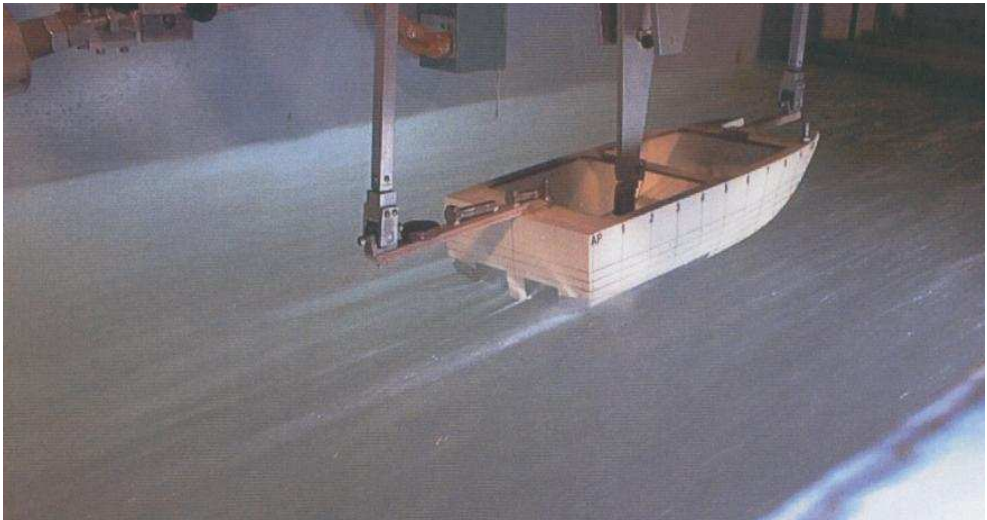
*Photo 5.3 Wave Patterns for Case-1*





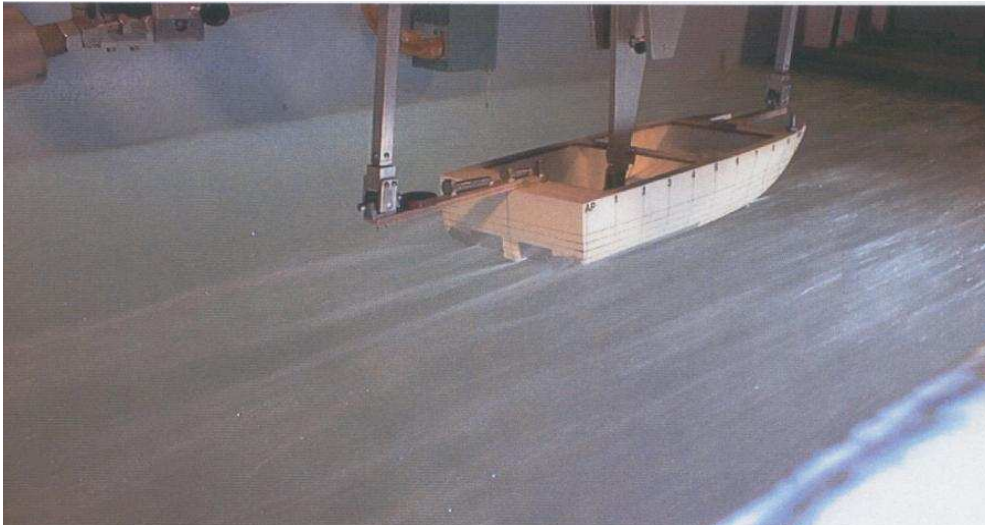
*(b) 33 Knots*

*Photo 5.3 ( Continued )*



*(a) 25 Knots*

*Photo 5.4 Wave Patterns for Case-2*



*(b) 33 Knots*

*Photo 5.4 ( Continued )*

## 제 6 장 계획선형의 수치해석에 의한 특성분석

### 제 1 절 개 요

모형시험에서 계측하는 결과는 주로 저항, 추력 및 토오크 등 이다. 이러한 계측 값은 선형의 최적화 설계의 도구로 사용하기에는 어려운 점이 많다. 선형 및 부가 물의 재설계 후 성능의 개선 또는 저하는 확인할 수는 있으나, 유체역학적인 해설 과 추가적인 개선 Idea를 도출하기에는 모형시험 결과로는 다소 부족하다.

최근 들어 전산기와 해석기법의 눈부신 발달로 선체 주위의 유동현상을 직접 해석하고자 하는 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics, CFD)이 크게 대두되고 있다. 이 CFD 기법은 관심역역을 수 많은 작은 영역으로 나누고, 각각의 작은 영역에 보존법칙들을 적용하여 비선형 편미분 방정식을 선형화 하여 근사적인 해를 얻는 방법으로, 모형시험에 비하여 저렴하고 빠른 시간 내 결과를 얻을 수 있다는 장점이 있다.

본 장에서는 앞에서 언급한 두 척의 Powerboat에 대한 유체역학적 성능 평가를 상용 CFD Code인 FLUENT[35]를 이용하여 수행하였으며, 계산결과는 회류수조에서의 모형시험결과와 비교/분석하여 본 수치해석기법의 고속 활주선 적용 가능성을 검토하였다.

뿐만 아니라 Tunnel형 Powerboat와 같이 폭이 넓은 고속선에서 가장 큰 문제가 되는 선수충격(Slamming) 시의 구조안정성 평가를 상용 Code인 NISA-II[36]를 이용하여 수행하였다.



## 제 2 절 유동특성에 대한 수치 계산법

### 2.1 지배방정식

유동을 지배하는 보존 방정식은 다음과 같다.

① 질량보존 :

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j)}{\partial x_j} = S_m \dots\dots\dots (6.1)$$

- $\rho$  : 밀도
- $t$  : 시간
- $x_j$  : j 번째 좌표 (j=1이면 x, 2이면 y, 3이면 z)
- $u_j$  : j 방향 속도
- $S_m$  : 질량 source 항

② 운동량 보존 :

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i u_j)}{\partial x_j} = - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \mu \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right] + \rho g_i + F_i \dots\dots (6.2)$$

- $p$  : 압력
- $\mu$  : 유체의 동점성계수
- $g_i$  : 중력가속도
- $F_i$  : 기타 surface force 혹은 body force

③ 스칼라 보존 :

$$\frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j \phi)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \Gamma \frac{\partial \phi}{\partial x_j} \right) + S_\phi \dots\dots\dots (6.3)$$

$\phi$  : 에너지, 난류 등의 스칼라 량

$\Gamma$  : 확산 계수

$S_\phi$  :  $\phi$ 의 source

④ Volume Fraction 방정식 :

$$\frac{\partial a_q}{\partial t} + \frac{\partial(u_j a_q)}{\partial x_j} = \frac{S_{a_q}}{\rho_q} \dots\dots\dots (6.4)$$

$a_q$  : q번째 유체의 volume fraction( $0 \leq a_q \leq 1$ )

## 2.2 유한체적법

앞에서 언급한 바와 같이 계산 영역은 여러 개의 작은 영역으로 분할된다. 이 분할된 모양을 격자라고 하며 각각의 작은 영역을 셀(Cell)이라고 한다. 3차원일 경우 셀들은 보통 육면체이거나 사면체의 형상을 갖는다. 모든 물리량들은 이 셀들의 중심에 저장된다. 이렇게 각 셀의 체적에 보존법칙을 적용하기 때문에 이 방법을 유한체적법이라고 한다. 지배방정식을 유한체적법에 의하여 이산화하는 과정은 다음과 같다.

Fig. 6.1에 나타난 바와 같이 각셀의 중심은 W, P, E이며 셀 사이의 Face는 w와 e 이다. 1차원 정상상태(Steady State)일 경우 스칼라  $\phi$ 의 보존식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial(\rho u \Phi)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \Gamma \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) + S_\phi \dots\dots\dots (6.5)$$

이 식을 셀 P에 적용하여 적분하고 발산정리(Divergence Theorem)를 적용한다. 왼쪽의 대류항(Convection Term)은 식(6.6)과 같이 전개되고,

$$\int_{\text{Volume V}} \frac{\partial(\rho u \Phi)}{\partial x} dV = \int_{\text{surface A}} \rho u \Phi dA = (\rho u \Phi A)_e - (\rho u \Phi A)_w \dots\dots\dots (6.6)$$

오른쪽의 확산항(Diffusion Term)과 원천항(Source Term)은 식(6.7)과 같이 전개된다.

$$\int_{\text{volume V}} \left[ \frac{\partial}{\partial x} \left( \Gamma \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) + S_\phi \right] dV = \left( \Gamma \frac{\partial \Phi}{\partial x} A \right)_e - \left( \Gamma \frac{\partial \Phi}{\partial x} A \right)_w + S_\phi \Delta V \dots (6.7)$$

모든 변수는 셀 중심인 P, W, E에 저장되어 있기 때문에  $\phi$ 와  $\frac{\partial \phi}{\partial x}$ 의 e와 w에서의 값은 중심 값으로부터 계산해야만 한다. 이 값들을 계산하는 방법으로 First Order Upwind Scheme, Power-Law Scheme, Second Order Upwind Scheme 등이 있다.

이렇게 만들어진 적분식을 각 셀에 대하여 계산한 후 조합하면 다음과 같은 행렬식이 나온다.

$$a_P \phi_P = \sum_{nb} a_{nb} \phi_{nb} + b \dots\dots\dots (6.8)$$

여기서 nb는 셀 P의 이웃 셀들을 나타낸다. 이차원 사각형 격자의 경우 P의 이웃 셀은 모두 4개이며 3차원 육면체의 경우는 6개가 된다. 비선형식의 경우  $a_P$ 와  $a_{nb}$ 가  $\phi$ 의 함수이므로 반복계산법에 의하여 해를 얻어야만 한다.

## 2.3 Simple 알고리즘

보통의 비압축성 유동에서는 압력을 얻기 위한 방정식이 존재하지 않는다. Fluent에서 사용하는 Simple 알고리즘에서는 연속방정식(질량보존 방정식)과 운동량 방정식을 조작하여 압력 보정식을 만든다. 계산 과정은 다음과 같다.

- ① 운동량 방정식을 풀어서  $u$ ,  $v$ ,  $w$  값을 얻는다.
- ② 압력 보정식을 풀어서 새로운 압력값을 얻는다.
- ③ 난류 방정식을 푼다.
- ④ 그외 스칼라 방정식을 푼다.
- ⑤ 수렴성을 조사하여 1번부터 반복계산을 수행한다.

## 2.4 본 해석의 CFD 적용

본 유동해석을 위하여 질량보존, 운동방정식 3개를 풀어야 하며 자유수면 해석을 위하여 VOF 모델[49]을 사용하였다. 유동은 비압축성 유동으로 전 영역에 대하여 난류 흐름으로 계산하였으며, 난류모델은 Realizable  $k-\epsilon$  모델을 사용하였다. 공간에 대한 차분화 방법은 계산의 안정성 및 수치해의 정도를 고려하여 Second Order Upwind Scheme을 사용하였다.

격자계는 상용 S/W인 Gridgen을 사용하여 생성하였으며, 정렬 격자계를 사용하였다.

## 제 3 절 단동형 계획선형의 유체역학적 특성

### 3.1 계산 조건

본 수치계산은 앞에서 언급한 세 조건, 즉 부가물이 부착되어 있지 않은 Case-1, 선측날개만 부착된 Case-2, 그리고 선측날개와 Trim-Tab이 함께 부착되어 있는 Case-3에 대하여 일반적인 운항속도에 해당하는 30노트( $F_n = 1.766$ )에서 수행하였다. 본 수치해석에서는 자세 변화를 고려하지 않고, 모형시험에서 측정된 Trim과 Sinkage를 고정 값으로 사용하였다.

계산격자계는 Fig. 6.2와 같이 O-H Type Grid를 적용하여 선체와 자유수면 부근의 격자를 집중시키고, 전체 격자수를 과도하게 증가시키지 않도록 하였다. Fig. 6.3은 Case-2의 선체표면 격자를 보인다.

경계 조건은 Fig. 6.4에서 나타낸 것과 같이, 선수 전방 경계(B1)에는 Velocity Inlet Condition, 선미 후방 경계(B2) 및 바깥 경계(B3)에는 Pressure Outlet Condition, 상부 경계(B4) 및 중앙 경계(B5)에는 Symmetric Condition, 그리고 선체 표면 경계(B6)에는 Wall Condition을 부여하였다.

### 3.2 계산 결과 및 고찰

Case-1, Case-2, Case-3의 선체표면에서의 압력분포를 Fig. 6.5~Fig. 6.7에 각각 나타내었다. 일반적으로 선수부에 큰 압력이 작용할 경우 저항이 커지게 된다. Case-1의 선수부에는 다른 두 경우에 비하여 작은 압력이 작용하고 있고(Fig. 6.5), Case-3의 경우 선수부와 선미 Trim-Tab 부근에 강한 압력이 작용하고 있다(Fig. 6.7). 모형시험에서 보는 바와 같이 Case-3의 경우, 상대적으로 선수침하가 크게 발생하기 때문이고, Case-3의 압력저항이 다른 두 경우에 비하여 상대적으로 크다는 것을 설명한다. Case-2(Fig. 6.6)와 Case-3(Fig. 6.7)의 선측날개 뒷부분에 와류에

의한 강한 압력분포가 나타나고 있다.

Fig. 6.8은 자유표면에서 파계(Wave Pattern)를 보인다. Case-1과 Case-3의 경우 Case-2에 비하여 선측파가 강하게 나타나고 있다. 특히 Case-3의 경우 다른 두 경우에 비하여 선미에서 강한 파저가 나타나고 있는데, 이는 Trim-Tab의 영향이라고 보인다. Case-2의 경우가 다른 두 경우에 비하여 선측에서 발생하는 파고는 낮고, 선미 파저는 높게 나타나고 있다. 즉, 전반적으로 부드러운 파계를 보인다.

따라서 30노트에서의 전반적인 저항성능은 Case-2가 가장 우수하고 Case-3가 가장 나쁠 것이라고 예측 가능하고, 이는 모형시험결과와도 잘 일치하는 경향이다.

이상의 결과로부터, 본 선박과 같은 고속 활주선의 초기선형개발에 자유수면 및 자세를 고려한 수치해석법의 유용성을 보여주었으며, 수치해석 결과를 이용하여 선형의 개선방향 및 선형계획의 새로운 개념을 도출하는 과제에 풍부한 유체역학적 정보를 제공할 수 있다고 판단된다. 향후 병렬 계산기를 이용한 대용량 계산을 통하여 실제 현상과 더욱 유사한 유체역학적 성능을 예측할 수 있을 것으로 기대된다.

## 제 4 절 *Tunnel*형 계획선형의 유체역학적 특성

### 4.1 계산 조건

격자계와 경계조건은 앞 절에서 언급한 단동형 Powerboat의 경우와 동일하다. Fig. 6.9와 Fig. 6.10은 각각 계산영역에서의 격자계와 선체표면에서의 격자계이다.

수치계산은 Tunnel 깊이를 줄이지 않은 원형, 즉 Case-1에 대하여 일반적인 항주속도인 30노트에서 수행하였다.

## 4.2 계산 결과 및 고찰

Fig. 6.11은 파형 계산결과이다. 선측에 특별한 파가 나타나지 않고 있으며 선미에 Hollow 형태의 선미파가 나타나고 있다. 선미로부터 선체길이 정도 떨어진 위치에서 최소 파저가 나타나고 있다. 이 위치는 모형시험 결과에 비하여 약간 뒤쪽에 나타나고 있으나 전반적으로 실험결과와 유사한 형태를 보이고 있다.

Fig. 6.12은 선체표면에서의 압력분포이다. 선수선저 곡면부에 강한 압력이 작용하고 있다. 이는 폭이 넓은 고속선박의 전형적인 형태로, 앞에서 언급한 단동형 보트와는 다른 양상을 보인다.

이상의 결과로부터 Tunnel Type Powerboat는 선수부 선저에 작용하는 압력(Slamming)에 대한 구조안정성 평가가 이루어져야 한다는 것을 확인할 수 있다.

## 제 5 절 Tunnel형 계획선형의 구조 안정성 평가

고속 레저선의 경우, 가족단위의 승선이 많은 관계로 안정성 확보가 매우 중요하다. 특히 본 개발선과 같이 선체 하부 면적이 큰 선박의 경우, 고속 운항 시 선수부에 작용하는 파랑 충격은 때때로 선체에 치명적인 손상을 입히기도 한다.

앞에서 언급한 바와 같이 본 개발선의 선수선저에는 강한 압력이 작용하므로 특히 Slamming에 의한 구조안정성 평가는 반드시 검토되어야 한다.

본 연구에서는 범용 구조해석 프로그램인 NISA-II를 이용하여 Slamming 하중에 대한 3차원 정밀 구조해석을 수행하였으며, 구조해석용 모델링 및 해석 결과에 대한 그림들은 DISPLAY-III를 이용하였다.

## 5.1 해석 모델의 이상화

본 개발선의 실제 형상은 Fig. 6.13에 나타난 바와 같이 선저부, 선측부 및 상부 구조로 이루어져 있다. 구조적으로 중요한 선저부 및 선측부는 보다 정확한 해석을 위하여 실제 형상대로 Fine Mesh를 이용하여 분할하였으며, 상부구조는 구조 강도상 중요한 부분만 이상화하여 해석 모델을 구성하였다.

구조해석 모델링 시 적용한 요소는 모두 Shell Element이며, 선체가 비교적 박판으로 이루어져 있기 때문에 복합재료(Composite material)의 특성을 파악하기 위한 과정은 생략하였다.

본 개발선의 전체해석 모델 및 정면, 측면, 하부에 대한 모델의 형상은 Fig. 6.14에 나타내었다.

## 5.2 하중 조건

파도가 없는 수면을 파워보트가 항주하는 경우에 선체에 작용하는 하중은 무시할 수 있을 정도로 매우 작지만 파도가 있는 수면을 고속으로 항주하는 경우에는 선수부 Slamming에 의한 충격하중이 작용하게 된다.

따라서 본 Powerboat가 최고 속도(35노트)로 항주 시 선수부에 작용하는 슬래밍(Slamming) 하중을 계산하여 선수 경사부에 수직방향으로 작용시켰다.

선수부의 충격압력 적용 방법은 Fig. 6.15에 나타난 바와 같다.

### ● 선수부 Slamming force 계산방법

선수 선저부 최대 충격수압  $P(\text{kg}/\text{cm}^2)$ 는 식 (6.9)로 추정 가능하며, 본 개발선의



경우 그 값은  $1.7516 \text{ kg/cm}^2$  이다.

$$P = V^2/1000 + (1+A_f) \cdot W/L \times B_c \dots\dots\dots (6.9)$$

여기서, V : 속력 (knot)

A<sub>f</sub> : 선수 충격 가속도 (g)

$$A_f = \frac{8}{3} A_m \text{ (} A_m \text{ : Midship에서의 단면적)}$$

W : 배수량 (ton)

L : 전장 (m)

B<sub>c</sub> : Chine 최대폭

### 5.3 경계조건

Slamming 현상은 보트가 항주 중에 선체의 중앙부를 횡축으로 한 종방향 동요 (pitching)에 의하여 발생하게 되며, 선수의 선저부가 충격압력을 받는 순간 선미부는 순간적으로 반대 방향의 운동에너지가 전달되어 일시 정지되는 현상이 발생하게 된다. 따라서 최대 충격압력이 작용하는 경우에 선미부가 정지된 것으로 가정하여 수직방향의 변위를 고정시켰다.

### 5.4 재료의 특성치

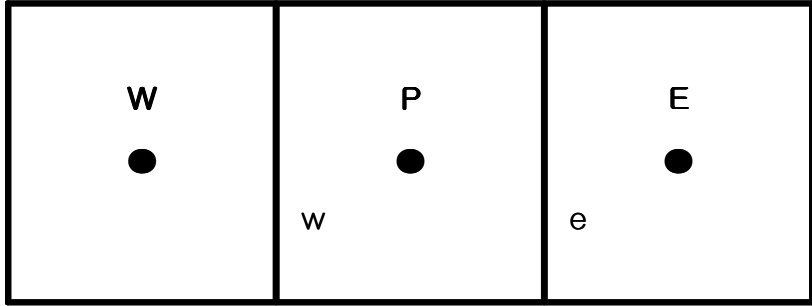
본 개발선은 FRP를 주 재료로 하였으며 그 특성 치는 다음과 같다.

- 재료의 두께 : 0.7cm (7 layers)
- 탄성계수 (E) :  $123,000 \text{ kg/cm}^2$
- 인장 강도 :  $2,110 \text{ kg/cm}^2$

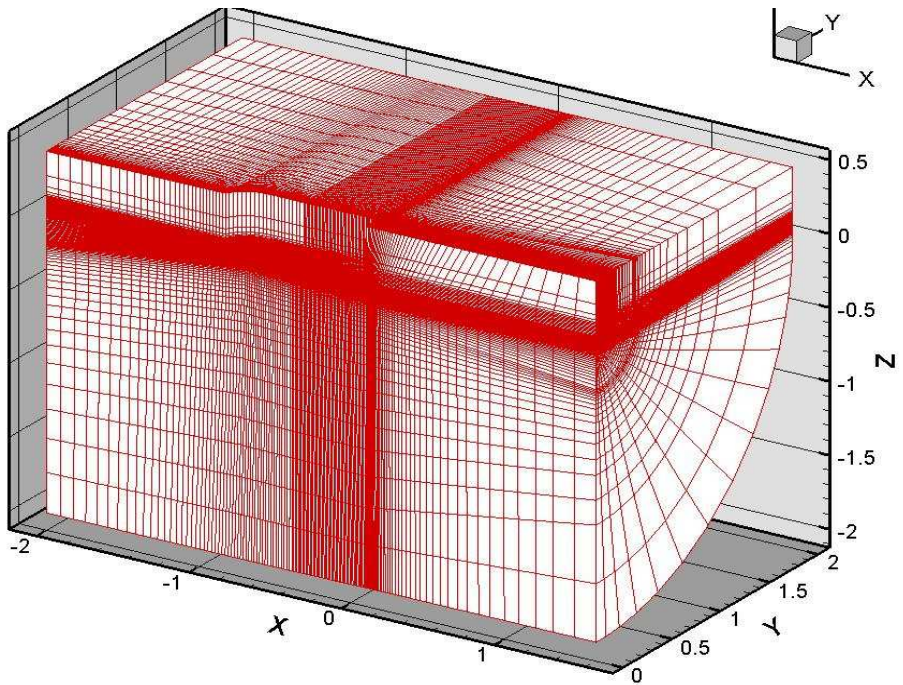
## 5.5 구조해석 결과 및 고찰

Fig. 6.16은 슬래밍 압력에 의한 선수부 변위를 보인다. 선수부 최대 변위는 0.6395cm로 매우 작은 값을 보여주고 있다.

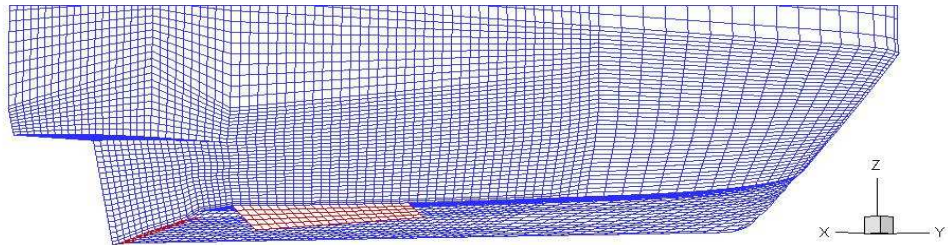
Fig. 6.17은 선체 각 부위에 대한 응력 분포를 보이고 있다. 여기에서 보는 바와 같이 최대 응력은 Von-Mises 성분으로  $789.8 \text{ kg/cm}^2$ 이며, 선수 중앙부 및 선체 중앙부에서 비교적 응력이 크게 작용하고 있으나 재료의 인장강도가  $2,110 \text{ kg/cm}^2$ 인 점을 감안할 때 구조 강도상 충분한 여유가 있는 것으로 판단된다.



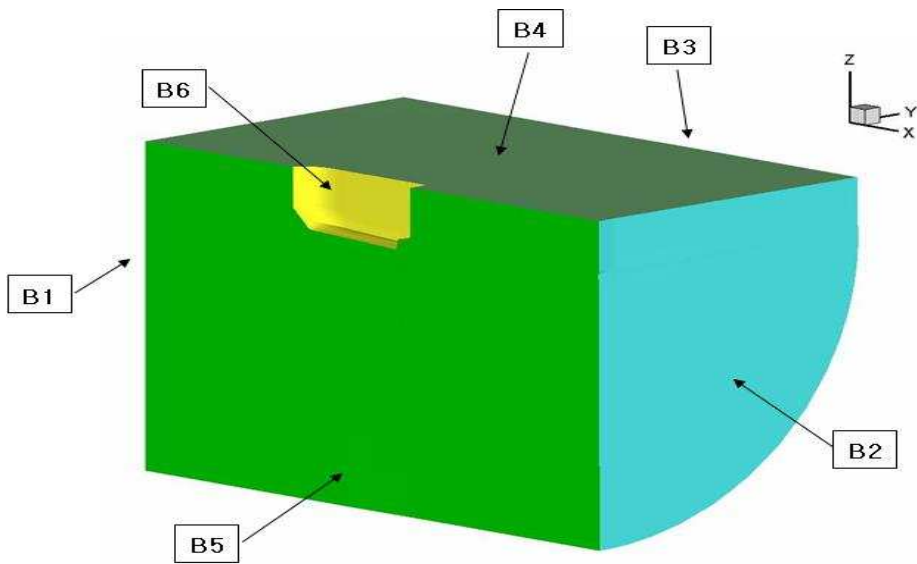
*Fig. 6.1 One Dimensional Cell*



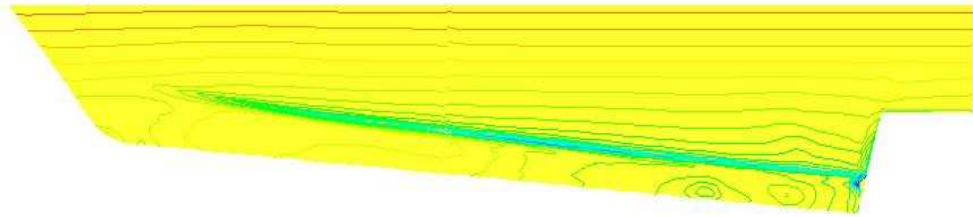
*Fig. 6.2 Perspective View of Numerical Grid System*



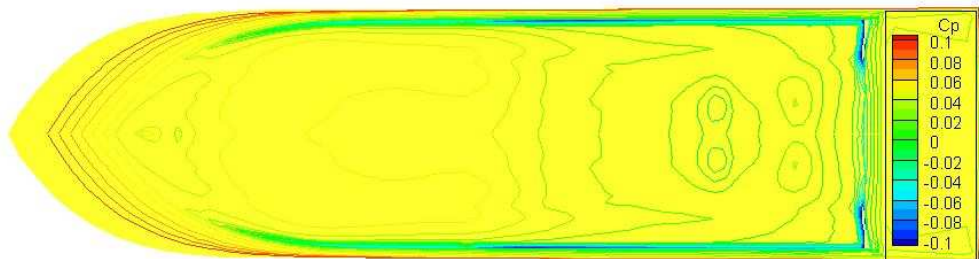
*Fig. 6.3 Surface Grid on Hull and Side-Fin*



*Fig. 6.4 Boundary Conditions*

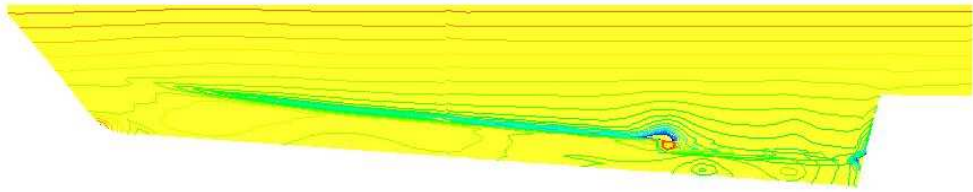


*(a) Side View*

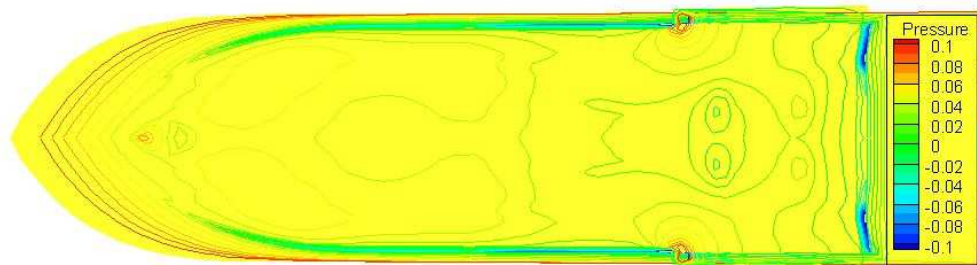


*(b) Bottom View*

*Fig. 6.5 Simulated Pressure Distributions on Hull Surface for Case-1,  $V=30$  Knots*

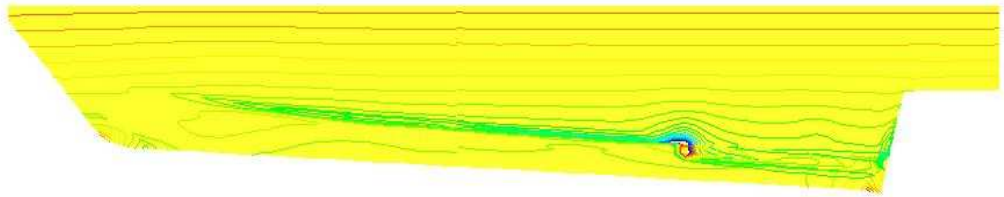


*(a) Side View*

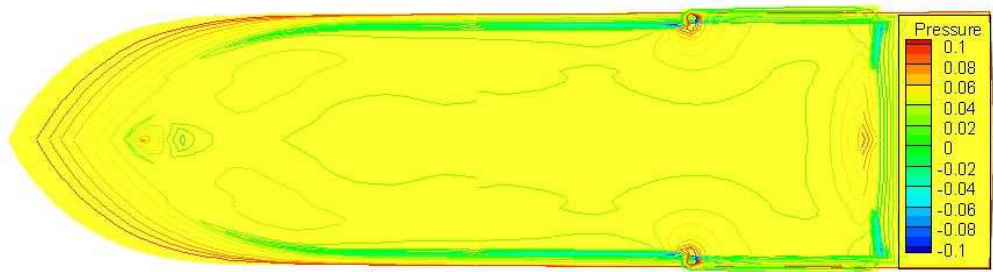


*(b) Bottom View*

*Fig. 6.6 Simulated Pressure Distributions on Hull Surface for Case-2,  $V=30$  Knots*

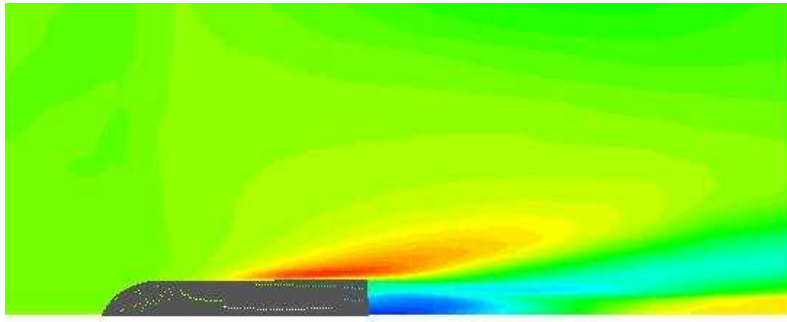


*(a) Side View*

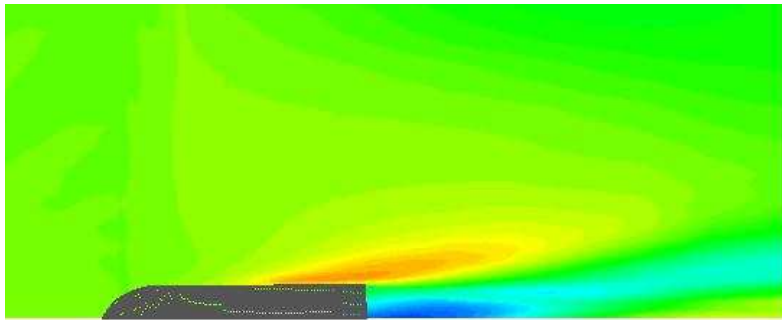


*(b) Bottom View*

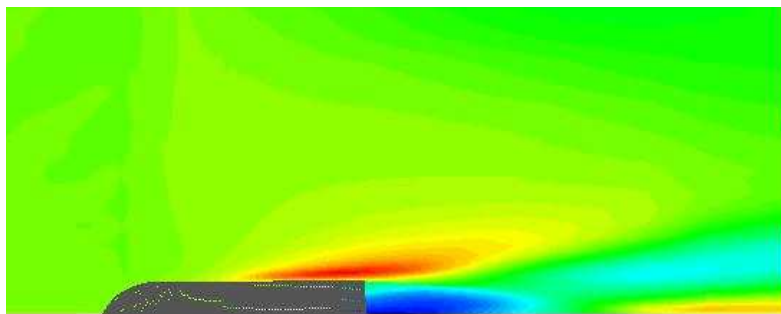
*Fig. 6.7 Simulated Pressure Distributions on Hull Surface  
for Case-3,  $V=30$  Knots*



*(b) Case-1*



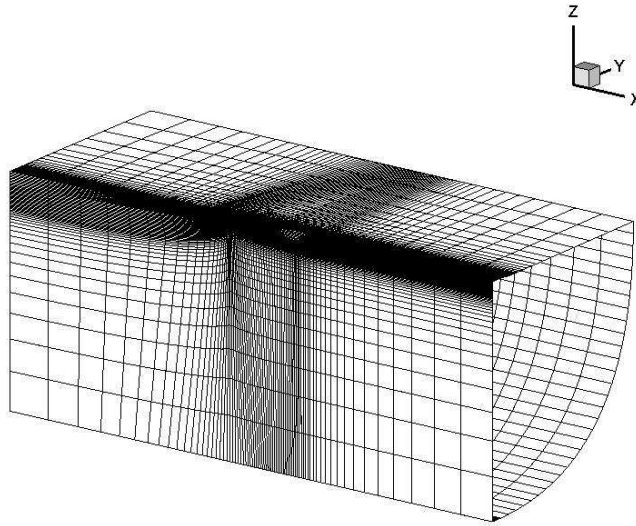
*(c) Case-2*



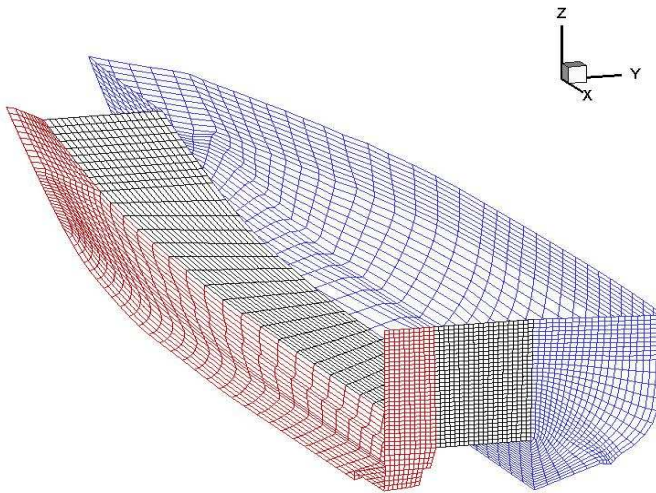
*(a) Case-3*

*Fig. 6.8 Simulated Wave Patterns ,  $V=30$  Knots*

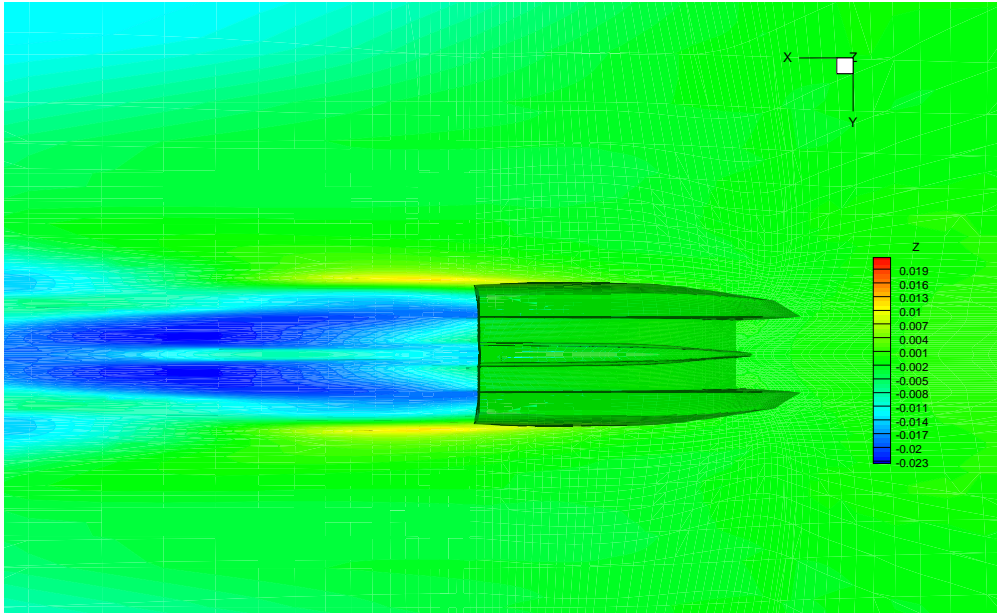




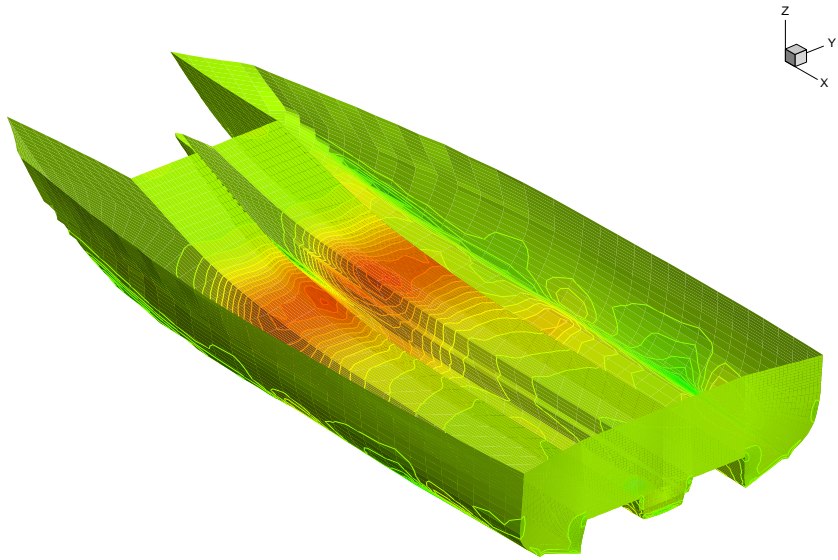
*Fig. 6.9 Perspective View of Grid System of Tunnel Type Powerboat*



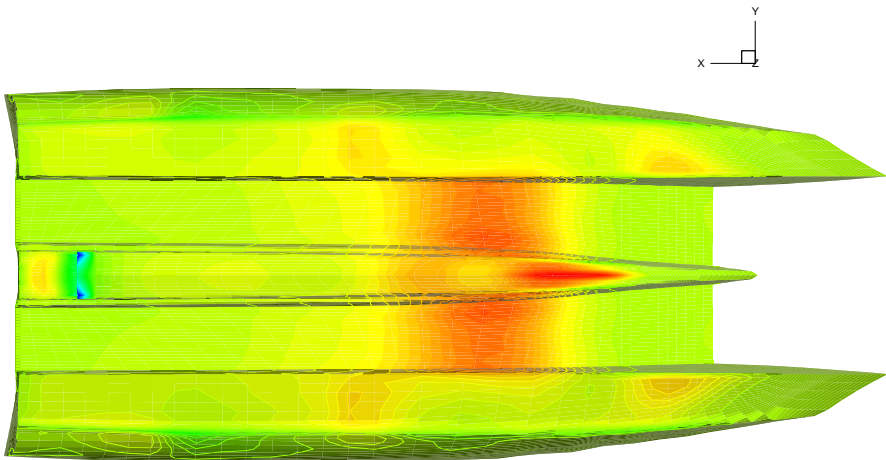
*Fig. 6.10 Surface Grid of Tunnel Type Powerboat*



*Fig. 6.11 Simulated Wave Patterns for Case-1, V=30Knots*



(a) *Perspective View*

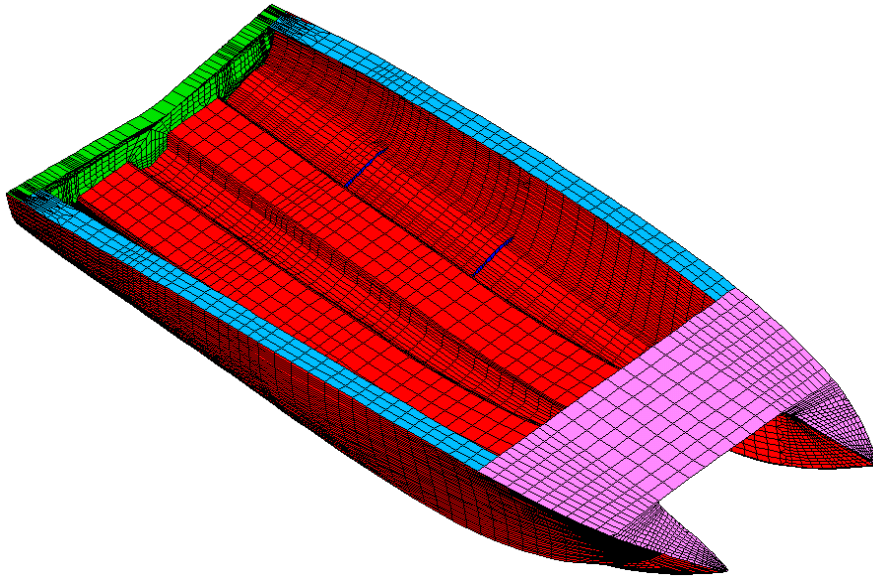


(b) *Bottom View*

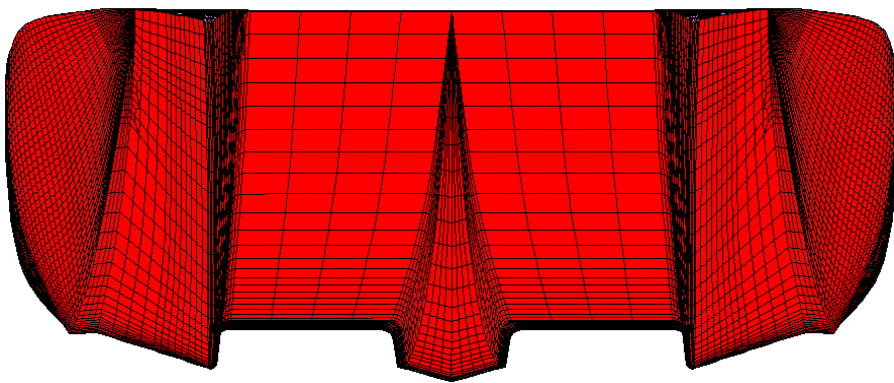
*Fig. 6.12 Simulated Pressure Distributions on Hull Surface for Case-1, V=30Knots*



*Fig. 6.13 3-D Design of Tunnel Type Powerboat*

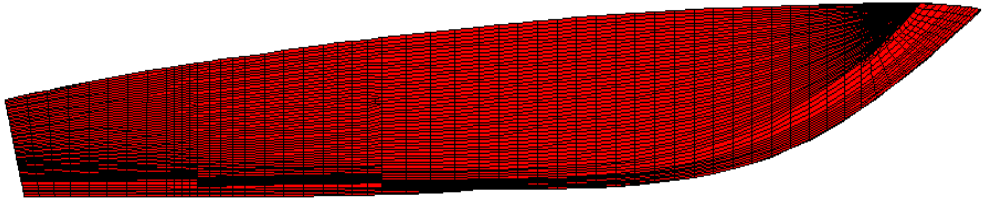


*(a) Perspective View*

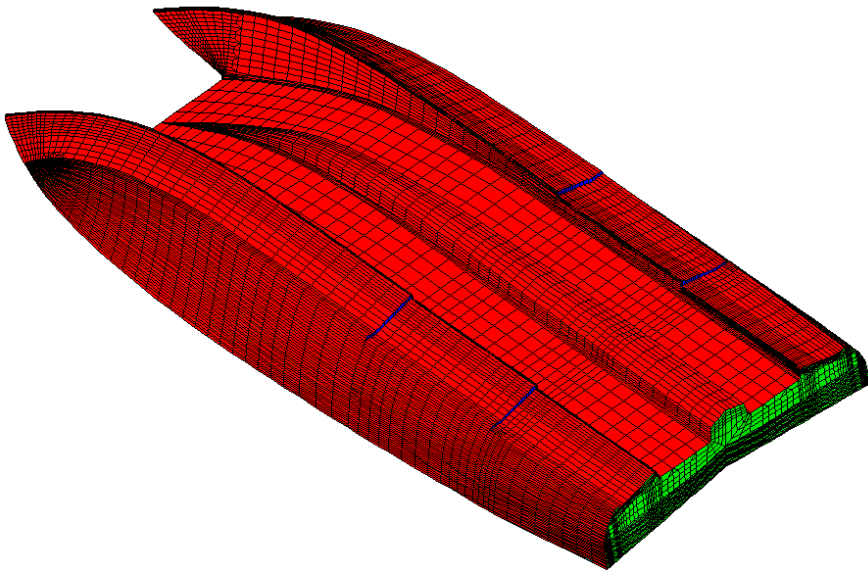


*(b) Front View*

*Fig. 6.14 Modelling of Structure Analysis*

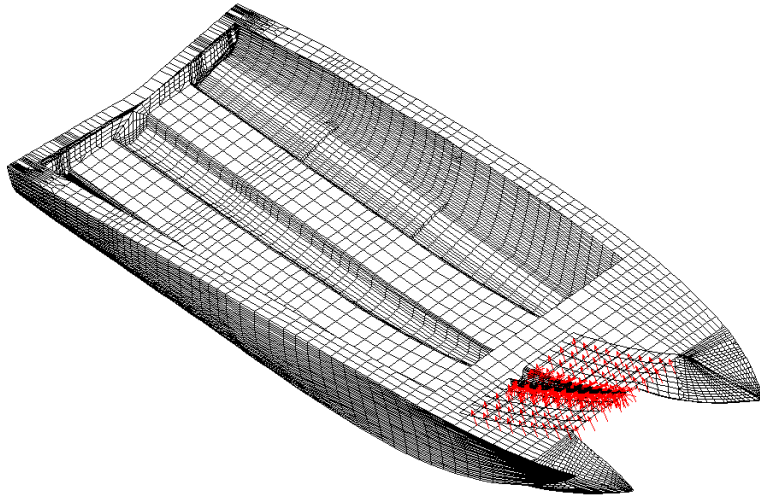


*(c) Side View*



*(d) Bottom View*

*Fig. 6.14 ( Continued )*

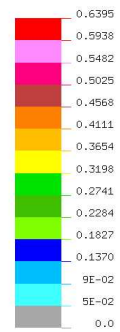
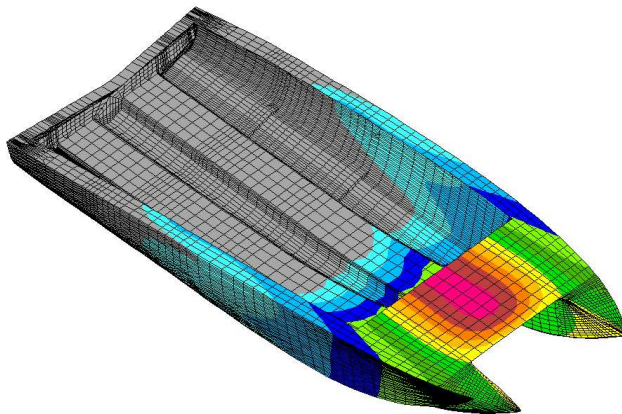


*Fig. 6.15 Application of Impact Pressure*

DISPLAY III - GEOMETRY MODELING SYSTEM ( 11.0.0 ) PRE/POST MODULE

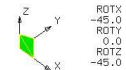
RESULTANT DISPL.

VIEW : 0.0  
RANGE : 0.6395099



ENRC-NISA/DISPLAY

DEC/11/01 18:36:43



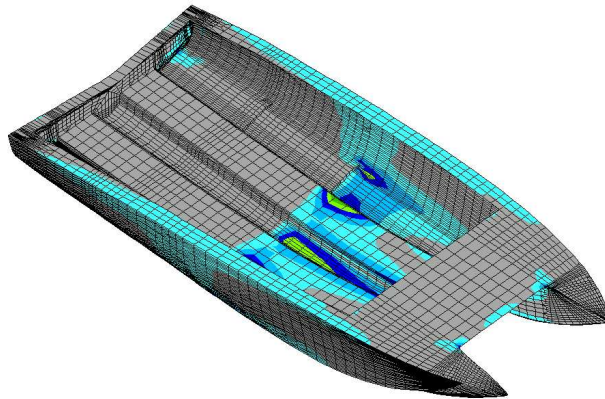
*Fig. 6.16 Displacement by Slamming Force*



DISPLAY III - GEOMETRY MODELING SYSTEM ( 11.0.0 ) PRE/POST MODULE

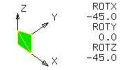
VON-MISES STRESS

VIEW : 0.3732135  
RANGE: 789.7985



EMRC-NISA/DISPLAY

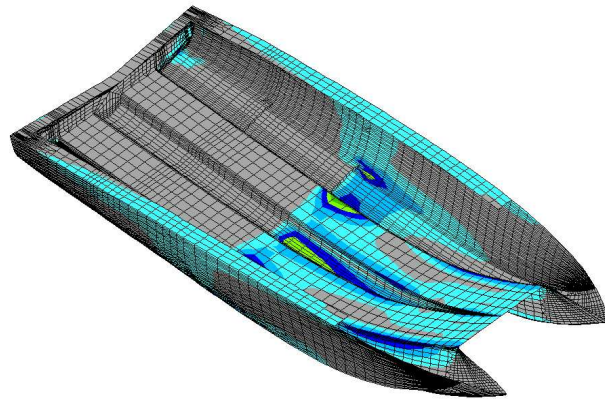
DEC/11/01 18:38:25



DISPLAY III - GEOMETRY MODELING SYSTEM ( 11.0.0 ) PRE/POST MODULE

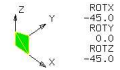
VON-MISES STRESS

VIEW : 0.3732135  
RANGE: 789.7985



EMRC-NISA/DISPLAY

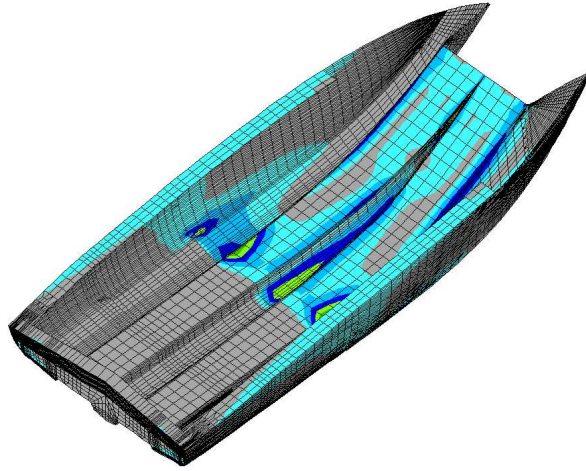
DEC/11/01 18:38:39



*Fig. 6.17 Stress Distribution by Slamming Force*



DISPLAY III - GEOMETRY MODELING SYSTEM ( 11.0.0 ) PRE/POST MODULE



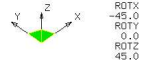
VON-MISES STRESS

VIEW : 0.3732135  
RANGE : 789.7985

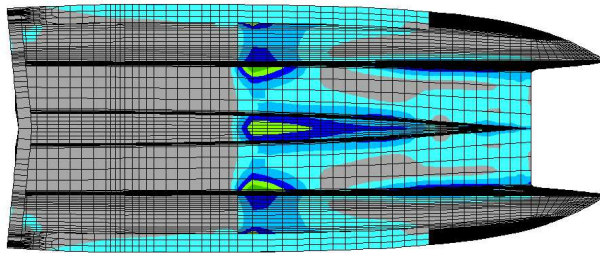


EMRC-NISA/DISPLAY

DEC/11/01 18:39:51



DISPLAY III - GEOMETRY MODELING SYSTEM ( 11.0.0 ) PRE/POST MODULE



VON-MISES STRESS

VIEW : 0.3732135  
RANGE : 789.7985



EMRC-NISA/DISPLAY

DEC/11/01 18:39:05

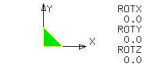
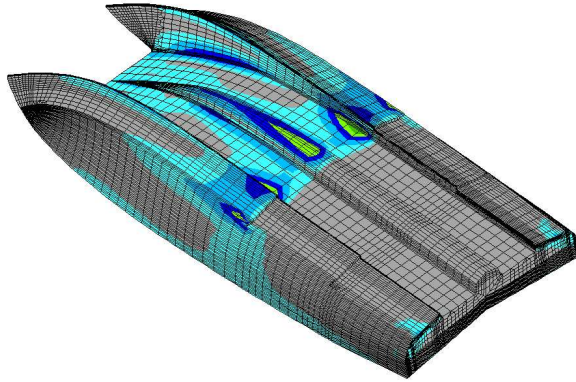


Fig. 6.17 ( Continued )

DISPLAY III - GEOMETRY MODELING SYSTEM ( 11.0.0 ) PRE/POST MODULE

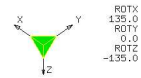
VON-MISES STRESS

VIEW : 0,3732135  
RANGE: 789,7985



EMRC-NISA/DISPLAY

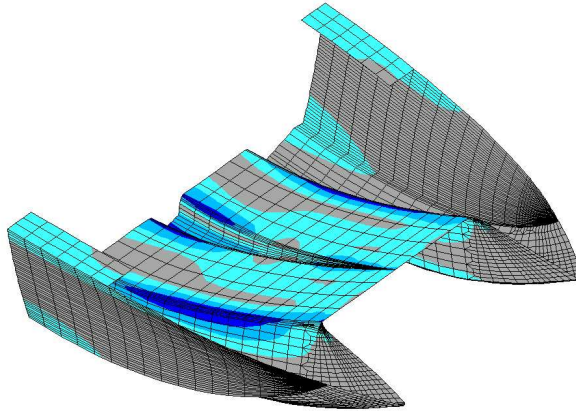
DEC/11/01 18:39:23



DISPLAY III - GEOMETRY MODELING SYSTEM ( 11.0.0 ) PRE/POST MODULE

VON-MISES STRESS

VIEW : 0,7108637  
RANGE: 789,7985



EMRC-NISA/DISPLAY

DEC/11/01 18:40:19

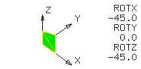


Fig. 6.17 ( Continued )

## 제 7 장 결 론

본 연구에서는 향후 우리나라에서 해양레저 수요가 크게 증가할 것에 대비하여 서남해권 해양레저와 관련된 산업현황을 조사/분석하였고 실험적 검증을 통하여 서남해권에 적합한 단동형 및 쌍동형의 레저보트선형을 제시하였다.

첫째, 국내 해양레저산업은 주 5일제 실시 및 소득증대의 요인으로 해양스포츠 등이 확대되면서 레저선박의 수요가 증가하고 있으며, 특히 서남해권은 지리적, 환경적 장점 및 2012년 여수 세계박람회 유치, J프로젝트 등 대규모 사업추진에 힘입어 해양레저 산업의 중심으로 발돋움할 것으로 분석되었다.

둘째, 국내 해양레저장비산업은 전남지역을 중심으로 지속적인 발전을 하고 있으나 업체의 영세성, 전문인력 및 인프라(마리나, 피셔리나) 부족 등 열악한 실정으로 성장에 악영향을 주고 있어 레저선박의 연구개발과 기반시설 확충을 위한 정부와 지자체의 정책적인 지원이 필요함을 확인하였다.

셋째, 서남해안 지역은 레저활동에 적합한 자연풍광, 온화한 기후 및 수심이 낮은 천혜의 자연조건을 갖추고 있으며, 평수구역의 평균유의과고는 0.5m 이내로 관측되었다. 이에 따라 평수구역 항행에 적합한 비교적 낮은 흘수를 가진 단동형 레저보트와 고속의 터널형 파워보트에 대한 계획선형을 제안하였다.

넷째, 길이 7m 내외, 속도 30노트 이상의 소형 고속 파워보트에 대한 해외실적자료를 통계적으로 분석하여 초기선형개발 시 주요요목 결정 등에 유용하게 활용 가능한 방안을 제시하였으며, 본 연구를 위하여 수집된 자료를 토대로 한 주요제원의 상관관계식은 다음과 같다.

① 단동형 고속 파워보트

$$LOA(\text{전장}) = 0.5243 \cdot \Delta + 6.153 \quad (\Delta : \text{배수량 Ton})$$

$$B(\text{전폭}) = 0.1703 \cdot L + 1.2988$$

$$Bc(\text{차인폭}) = 0.1694 \cdot L + 0.8295$$

$$D(\text{깊이}) = 0.0997 \cdot L + 0.3555$$

$$d(\text{흘수}) = 0.0348 \cdot L + 0.1358$$

② 터널형 고속 파워보트

$$LOA(\text{전장}) = 1.449 \cdot \Delta + 5.006 \quad (\Delta : \text{배수량 Ton})$$

$$B(\text{전폭}) = 0.1615 \cdot L + 1.2396$$

$$d(\text{흘수}) = 0.05616 \cdot L + 0.0062$$

다섯째, 단동형 고속선형은 20~25노트 부근인 중속 영역에서 부가물을 부착하지 않은 경우의 저항성능이 가장 우수하였으며, 30노트 부근에서는 선측날개를 부착함으로써 전반적인 저항성능이 개선되었다. 아울러 선미에 트림탭을 부착하면 선수침하가 발생하여 저항성능이 나빠지는 경향이 있었다.

여섯째, 터널타입 보트선형에서는 터널의 깊이에 따라 저항성능의 차이가 크게 나타나고 있었다. 또한 선수선저부에 강하게 작용하는 슬래밍에 대한 구조안정성 평가를 범용 구조해석 프로그램인 NISA-II를 이용하여 구조안정성을 확인하였다.

일곱째, 고속 파워보트의 초기선형개발에 상용 CFD Code인 FLUENT를 활용하여 자유수면 및 자세를 고려한 수치해석법의 유용성을 확인하였으며, 향후 병렬계산기를 이용한 대용량 계산을 통하여 실제 현상과 더욱 유사한 유체역학적 성능을 예측할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 이수호 : 우리나라 해양레저산업의 현황과 전망, 2001.6
- [2] 한국해양수산개발원, 『해양레저사업의 법제 개선방안』, 2002.11
- [3] 해양수산부, ‘04년도 해양관광진흥 세부실천계획, 2004.5
- [4] 일본 건설성, “MMZ(marine multi-zone) 구상”, 1987
- [5] 해양수산부, 해양개발 기본계획(Ocean Korea 21), 2000. 5
- [6] 서천범 : 2006 레저백서, 2006, 재구성
- [7] 해양수산부. 해양관광진흥 기본계획. 2004.
- [8] 산업연구원, 실태조사, 2003. 7
- [9] 선박검사기술협회, 수상레저 안전관리에 관한 연구, 2004
- [10] 법제처, 법령집, 2007
- [11] 홍장원 : 해양관광활동의 마케팅전략에 관한연구, 월간해양수산 215호. 2002
- [12] 김영주 : 해양리조트개발에 관한 연구. 한국관광레저학회지 5권. 1993
- [13] 이승길 : 마리나 보팅 잠재수요의 결정요인. 세종대학교 박사논문. 2006
- [14] 산업연구원, 레저 및 스포츠용 모터보트 시장현황 분석 및 전망, 2006.12
- [15] 전남전략사업기획단, 전남.조선.해양산업 기술로드맵, 2006.12

- [16] 해양수산부, 해양관광진흥을 위한 종합계획 수립 연구, 2000. 4
- [17] 반석호, 김상현 : 국내 해양레저와 레저선박 산업의 현황 및 전망, 대한조선학회지, 2002
- [18] 민계식, 이귀주, 박만 : “활주형 선형의 단면형상 및 장/폭 비 변화에 따른 모형시험 결과”, 현대중공업보고서, 1992.
- [19] 이귀주 : “캐비테이션 현상을 이용한 고속활주형선의 저항성능 개선 가능성에 대한 연구”, 기술현대, Vol. 14, No. 4, 1994.
- [20] 이귀주, 이광일 : “활주선형 고속어선의 단면형상 및 장-폭 비와 성능과의 관계에 대한 연구”, 한국어업기술학회지, 11권 3호, 1997.
- [21] 이광일 : “활주형 선박의 선형특성과 저항성능과의 상관관계에 관한 실험적 연구”, 조선대학교 석사학위논문, 1998.
- [22] 구종도, 최선용, 제병렬 : “고속정의 선형특성에 관한 연구”, 대한조선학회 추계학술대회논문집, 1999.
- [23] 김경배, 박명규, 최선용, 구종도 : “초고속 단동 개발 함형의 저항특성에 관한 연구”, 대한조선학회 추계학술대회논문집, 1999.
- [24] 최선용, 구종도 : “초고속 단동 개발 선형의 운동특성에 관한 연구”, 대한조선학회 추계학술대회논문집, 1999.
- [25] 최선용 : “초고속 단동 개발 함형의 운동특성에 관한 연구”, 군사과학대학원 석사학위논문, 2000.
- [26] 제병렬 : “초고속 단동 개발 함형의 선회성능에 관한 연구”, 군사과학대학원 석사학위논문, 2001.

- [27] 박제용, 정우철, 박찬원, 김도정 : “저중속영역에서 6.67G/T급 연안어선의 저항특성에 관한 고찰”, 한국해양공학회 추계학술대회 논문집, pp 89-93, 2002.
- [28] 정우철, 박찬원, 김도정, 김영준, S. Matsui : “소형 연안어선의 저항성능에 관한 실험적 연구”, 한국해양공학회 춘계학술대회 논문집, pp 251-256, 2002.
- [29] 박충환, 심상목, 진송환 : “활주형선의 Spray Strip 부착에 따른 저항특성 연구”, 대한조선학회 춘계학술대회 논문집, pp 60-64, 2004.
- [30] 서관희, 이정관, 서영남, 허재경 : “60M급 반활주 고속정의 선형설계와 부가물 부착에 따른 저항성능 고찰”, 대한조선학회 추계학술대회 논문집, 2005.
- [31] 정우철, 정석호, 박제용 : “연안용 소형 고속 레저선 선형개발”, 한국해양공학회지, 제 18권, 1호, pp 80-84, 2004.
- [32] 정우철, 정석호, 전호환 : “고속 연안 순시선 선형개발과 저항성능에 관한 연구”, 한국해양공학회지, 제 18권, 3호, pp 44-49, 2004.
- [33] 김주남 : “50노트급 고속 경비정의 선형개발에 관한 연구”, 조선대학교 박사논문, 2006.
- [34] “소형선박의 구조 및 설비기준”
- [35] Fluent V6.1 User's Manual, Fluent Inc., 2002
- [36] NISA-II User's Manual
- [37] D. Savitsky : "A Re-evaluation of the Planing Hull Form", AIAA Report No. 2028, Advanced Marine Vehicles Conference, 1979.
- [38] H. Tanaka : "Methodology of Research and Development of High-Speed Marine Craft", 高速艇과 性能 Symposium, 日本造船學會, 1989.

- [39] H. E. Saunders : "Hydrodynamics in Ship Design", Vol. 2, SNAME, 1957.
- [40] J. G. Koelbel : "Performance Prediction", Small Craft Engineering Resistance, Propulsion and Sea keeping, SNAK, 1978.
- [41] E. P. Clement : "Development and Model Tests of an Efficient Planing Hull Design", DTNSRDC Report No. 1314, 1959.
- [42] S. Niwa : "高速艇工學", 丹艇協會出版部, 1971
- [43] K. Kihara and T. Ishii : "A New Method of Initial Design for High Speed Craft(2)", Trans. of WJSNA, Vol. 72, pp 293-300, 1986.
- [44] E. P. Clement : "Reduction of Planing Boat Resistance by Deflection of the Whisker Spray", DTNSRDC Report No. 1929, 1964.
- [45] A. McInnes : "Some Hull Construction Aspects of Small Patrol Boats", FAST '91, Trondheim, 1991.
- [46] M. Komatsu and M. Yamaguchi : "Resistance and Propulsion of High Speed Craft", 高速艇斗 性能 Symposium, 日本造船學會, pp 75-118, 1989.
- [47] D. S. Cusanelli and G. Karafiath : "Integrated Wedge-Flap for Enhanced Powering Performance", Proc. of Fast '97, Sydney, Australia, pp. 751-764, 1997.
- [48] G. Karafiath, D. S. Cusanelli and C. W. Lin : "Stern Wedges and Stern Flaps for Improved Powering - U. S. Navy Experience", SNAME Trans., Vol. 107, pp. 67-99, 1999.
- [49] C.W. Hirt et al., : "SOLA-VOF : A Solution Algorithm for Transient Fluid Flow with Multiple Boundary", Los Alamos Scientific Lab. Report, 1975.



## 감사의 글

*평소 일하고 있는 업무와 거리감이 있는 새로운 분야를 공부하는데 마음의 갈등도 있었고, 회사 일을 하면서 학위과정을 한다는 것이 그리 쉬운 일이 아니었습니다. 그러나 오늘의 결실이 있기까지 부족한 저에게 논문을 쓸 수 있게 해준 사람들에게 이 자리를 빌어서 감사의 마음을 전하려 합니다.*

뒤늦게 시작한 만학도에게 지속적인 가르침과 많은 조언으로 이 자리에 있게 해주신 박제웅 교수님께 먼저 감사를 드립니다. 그리고 바쁘신 와중에도 저의 논문을 심사해 주신 권영섭 교수님, 홍충유 박사님, 김주남 박사님, 정우철 교수님께 감사를 드립니다. 또한 연구자료를 제공해 주심은 물론 친절하게 도움 말씀을 해주셨던 정우철 교수님, 김도정 교수님께도 진심으로 감사를 드립니다.

*끝으로 우리가족들에게 감사의 마음을 전합니다. 언제나 어려움을 함께 하고 희생으로 내조해 준 사랑스러운 아내 (김복환)와 든든하게 성숙한 자랑스런 두 아들 병훈이 병준 이와 항상 같이 함을 감사드리며, 이 작은 결실의 기쁨을 함께 하고자 합니다.*

## 저작물 이용 허락서

학 과	尖端海上運送시스템工學科	학 번	20057517	과 정	박사
성 명	한글: 이 일 수    한문 : 李 一 秀    영문 : Lee, Il Soo				
주 소	서울시 성동구 응봉동 276 리버그린동아아파트 304-1402호				
연락처	E-MAIL : islee@katech.re.kr				
논문제목	한글 : 해양레저 환경분석과 실험적 기반에 의한 고속 레저선 선형개발에 관한 연구				
	영문 : A Study on the Hull Form Development of High Speed Leisure Boats on the Basis of Experiment and Analysis for Ocean Leisure Environment				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다                    음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의( 0 )    반대(       )

2008년    2월    일

저작자 : 이 일 수    *I. S. Lee* (인)

**조선대학교 총장 귀하**

