



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工學碩士 學位論文

여름철 파워요트 실내환경
성능평가 연구

A Study on Indoor Environment Performance Evaluation
of Power Yacht in Summer Season

指導教授 都 根 永



2010年 2月

韓國海洋大學校 大學院

海洋建築工學科
林 德 敏

本 論 文 을 林 德 敏 의 工 學 碩 師 學 位 論 文 으 로 認 准 함 .

위원장 이 한 석 인

위 원 송 화 철 인

위 원 도 근 영 인

2009 년 12 월

韓 國 海 洋 大 學 校 大 學 院

목 차

표 목차	iii
그림 목차	iv
Abstract	v
제1장. 서 론	1
1.1 연구배경 및 목적	1
1.2 연구내용 및 방법	4
제2장. 요트관련 법규 및 현황분석	6
2.1 요트 정의 및 분류	6
2.1.1 요트 정의	
2.1.2 요트 분류	
2.2 요트 구조 및 공간 구성	9
2.2.1 요트 구조	
2.2.2 요트 공간 구성	
2.3 요트 관련 법규	13
2.4 요트의 국내외 현황	16
2.4.1 요트 건조시장의 국내외 현황	
2.4.2 요트 관련시설 국내외 현황	
제3장. 선박의 실내환경 특성분석	23
3.1 연구 동향	23
3.2 실내 온열환경	26
3.3 실내 공기환경	29

3.4 실내 음환경	32
3.5 소결	34
제4장. 실내환경 성능평가	35
4.1 요트 실내환경 특성분석	35
4.2 측정 개요 및 관련기준	37
4.2.1 측정 개요	
4.2.2 측정 관련기준	
4.3 평가 결과	44
4.3.1 온열환경	
4.3.2 공기환경	
4.3.3 음환경	
4.4 소결	53
제5장. 결 론	54
참 고 문 헌	55



표 목차

표 1.1 연구흐름도	5
표 2.1 요트의 분류	8
표 2.2 요트의 평면도	9
표 2.3 요트의 구성요소	12
표 2.4 세계 각국의 마리나 시설 현황	18
표 3.1 신조 운항실습선의 봄철 실내 온열환경 실측평가 개요	28
표 3.2 실내공기질 측정항목 및 측정, 분석방법	30
표 3.3 측정대상의 특성	31
표 3.4 IMO 소음 유지기준	33
표 4.1 측정대상 요트의 사양	38
표 4.2 측정항목 및 측정기기	38
표 4.3 선박의 실내환경 관련기준	41
표 4.4 공기환경 요소 측정기준	42
표 4.5 음환경 요소 측정기준	43
표 4.6 에어컨의 운전 상황	44
표 4.7 일산화탄소 농도 측정값	48
표 4.8 이산화탄소 농도 측정값	49
표 4.9 정박 시의 소음 측정값	51
표 4.10 운항 시의 소음 측정값	51
표 4.11 각 기기별 소음치	52

그림 목차

그림 1.1 슈퍼요트 'Princess V78'	2
그림 2.1 고대 이집트 벽화의 요트	6
그림 2.2 요트의 입면도와 단면도	10
그림 2.3 미국 샌디에이고 요트 선착장	19
그림 2.4 호주 시드니 달링하버 정박장	19
그림 2.5 일본 요코하마 베이사이드 계류장	20
그림 2.6 부산 수영만 요트경기장	20
그림 2.7 통영 금호마리나 계류장	20
그림 2.8 대한민국 국제요트대전과 경기국제보트쇼	21
그림 3.1 슈퍼요트 외관디자인 요소	24
그림 3.2 조타실에서 평가된 기류속도와 PMV/PPD	27
그림 3.3 측정 선박의 단면도와 평면도	31
그림 4.1 측정대상 요트의 외관	37
그림 4.2 측정대상 요트의 평면도와 측정지점	39
그림 4.3 각 측정위치 별 기기 설치	40
그림 4.4 온습도 분포(정박시/비가동/10:00-11:30)	45
그림 4.5 온습도 분포(정박시/가동/11:30-12:40)	45
그림 4.6 온습도 분포(정박시/비가동/12:40-14:30)	47
그림 4.7 온습도 분포(운항시/가동/14:30-17:00)	47

A Study on Indoor Environment Performance of Power Yacht in Summer Season

Lim, Duck Min

*Division of Architecture and Ocean Space
Graduate School of Korea Maritime University*

Abstract

As the realization about the oceanic leisure industry is inculcated on the home front lately, the interest in the vessel for leisure is rising except merchant ship. In particular, we thought the power yacht to be the center of leisure vessel industry because it has very highly added value with cruise.



It can be said that vessel has strong obstruction in comparison with general building because confidentiality is very high by watertight construction to prevent the invasion of water and draft. So, if air pollution occurs in space, it can generate unpleasant feeling and discomfort to all of the passenger and crew. In addition, as the power yacht holds the space that accommodates the passenger's life space such as cabins, salon, kitchen, and cabins, and the equipment for navigation like an engine and a generator within confined space, a ventilation system, prevention of noises, preventing the inflow of exhaust gas as well as preservation of agreeable thermal environment are very important so that power yacht can secure passenger's amenity.

Though the study of power yacht and cruise began as the interest about Oceanic leisure has risen recently, it is hard to find the examples

that examine indoor environment of power yacht by the study about design such as external appearance and indoor space planning study.

On the other hand, there are several study examples about indoor environment of vessel, but they targeted on larger-scaled merchant ship or practice ship than power yacht.

Or they were the study examples that aimed at marine police position vessel that had different use purpose from that of power yacht. So we have trouble in utilizing them as the basic data to form agreeable indoor environment of power yacht.

In this study, we examined summer period indoor environment that is formed indoors through survey to collect basic data for creating pleasant indoor environment of power yacht.

Keyword : Super yacht, Power yacht, Indoor environment, Amenity, Ventilation, noise



제1장 서론

1.1 연구배경 및 목적

선진국의 경우 1인당 국민소득이 1만 6000달러를 넘어서면 요트 수요가 연간 30%이상 급성장하는 것으로 나타났다. 또한 국가정보원은 2003년 151억 달러에 달하는 세계 요트시장 규모는 오는 2010년 210억 달러로 증가할 것으로 전망했다.¹⁾ 이는 소득과 여가시간이 늘어나면 해양관광레저 수요뿐만 아니라 요트를 소유하거나 타고자하는 사람들이 늘어나는 것으로 해석될 수 있는데, 최근 국내에서 해양 레저산업에 대한 인식이 고취됨에 따라 상선 이외의 레저용 선박에 대한 관심이 높아져가고 있다.

대한 요트협회에 따르면 우리나라의 요트 인구는 약 7000여명, 요트 수는 930여척 인 것으로 조사됐으며, 인구 1000명당 요트 보유대수는 북유럽 143척, 일본은 3.6척이지만 우리나라는 0.043척에 불과하다. 그러나 한국해양수산개발원은 오는 2015년에 요트 수요가 약 2만 2000여 척에 이를 것으로 예상하고 있어 그야말로 1980년대에 일었던 ‘마이 카’붐에 이은 ‘마이 요트’ 시대가 올 것으로 생각된다.²⁾ 특히 슈퍼요트는 조선 산업에서 크루즈선박과 함께 부가가치가 매우 높기 때문에 레저 선박 산업의 중심이 될 것으로 기대된다.

한편 우리나라는 해양레저산업을 활성화 할 수 있는 천혜의 자연조건을 갖고 있으면서도 아직까지 해양레저산업은 초보단계라고 할 수 있다. 활성화의 저해 요인은 여러 가지로 바다에 대한 잘못된 인식, 해양보험 제도의 부재, 레저산업 관련 법규의 분산, 요트 등록절차 상의 문제점, 해양의 관광자원화 부족 등이 대표적이다. 특히 해양레저 관련법의 분산, 즉 요트 등을 포함하는 선박에는 선박법, 수상레저 안전법, 유선 및 도선 사업법, 선박안전법 등이 많은 제한을 가하고 있으며 선박 안전법, 해상교통 안전법, 개항 질서법 등이 향해 구역과 항법을 규정하고 있다. 요트는 선박의 한 종류이긴 하지만 엄연히 용도 면에서도 그러하

1) 참고자료 출처 : 인터넷카페 ‘요트로 떠나는 세상’ (<http://cafe.naver.com/speedyacht/424>)

2) 인용 기사글 출처 : ‘요트산업의 성장 가능성’, 김주태 기자, Sea& 2007. 11. 30일자

고 분류되는 것이 다름에도 불구하고 여기에 관련된 사항들이 여러 가지 법에 분산 적용되어 있어 해양관광 레저산업의 효율적인 개발이나 보전 및 이용에 장애가 되고 있다.

또한 요트를 즐기고자 하는 인구는 날로 증가하고 있으나 계류할 수 있는 기반 시설이 부족한데다, 다양화 되어 있지 않기 때문에 요트 산업의 활성화가 이뤄지지 않고 있다고 생각된다. 이를 개선하기 위해서는 요트 클럽과 대학 동아리를 활성화 하고 다양한 요트 관련 이벤트를 개최해 사람들이 요트와 친숙해질 수 있는 분위기 조성이 필요하다.



그림 1.1 슈퍼요트 'Princess V78'
(사진 출처: <http://www.princessyachts.com/>)

길이 24m 이상의 레저용 선박인 슈퍼요트는 호화 선박이라고 할 수 있는 크루즈 선에 비견될 정도로 고급스러운 선박으로 물의 침입과 틈새바람을 막기 위해 수밀구조로 되어 있어 기밀성이 매우 높고, 일반 건축물에 비해 실내 공간의 폐쇄성이 강하다고 할 수 있다. 또한 선체라는 한정된 공간 내에 침실, 살롱, 주방, 화장실, 엔진룸 등이 모두 들어가야 하는 슈퍼요트는 환기나 소음 등을 제어하는데 있어서 그 방법이 한정적이다. 현재는 일반적인 선박과 같은 기술을 적용하고 있는 것으로 알고 있는데, 엄연히 크기나 구성, 용도 등이 다르기 때문에 슈퍼요트에 맞는 쾌적한 실내 환경 확보에 관한 연구가 필요하다.

그러나 슈퍼요트의 외관, 실내디자인 등 설계관련 연구와 크루즈를 포함한 선박의 실내 환경에 관한 연구는 어느 정도 선례가 있으나 슈퍼요트 자체의 실내 환경에 관한 연구는 거의 없다.

본 연구는 슈퍼요트의 쾌적한 거주 성능을 확보하기 위한 방향 제시를 목적으로 온열환경, 공기환경, 음환경의 실태를 실측을 통해 분석하였다. 연구의 결과는 요트디자인에 있어서 실내환경 설계를 위한 기초자료로 이용될 수 있으리라 생각된다.



1.2 연구내용 및 방법

본 연구의 흐름은 표 1.1에 나타내었고 연구내용은 다음과 같다.

1장. 서론

- 연구배경 및 목적과 연구내용 및 방법에 관해 서술하였다.

2장. 요트산업 현황분석

- 본 연구의 주제대상인 요트의 정의, 구조 및 공간 구성 등과 같은 기본적인 사항과 요트관련 국내 법규 및 국내외 현황에 대해서 조사 및 분석을 했다.

3장. 선박의 실내환경 특성

- 요트의 실내환경에 관한 선행연구는 전무한 상황이므로 구조나 형태면에서 요트와 비슷하다고 할 수 있는 선박을 대상으로 한 선행연구를 분석하여 요트의 실내환경 특성을 분석 및 추정하였다.



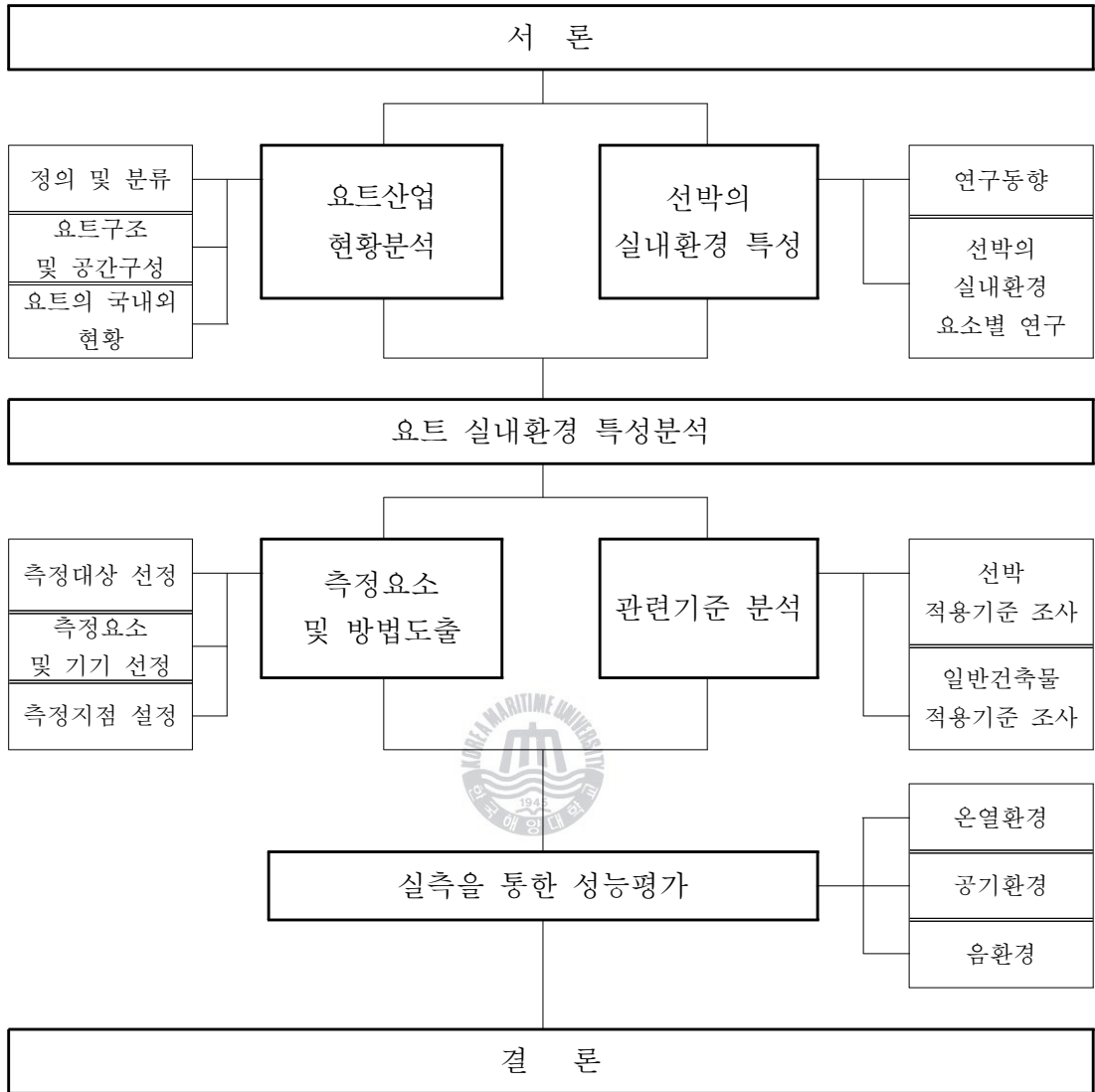
4장. 실내환경 성능평가

- 3장에서 추정한 요트 실내환경의 특성을 바탕으로 온열환경, 공기환경, 음환경의 측정요소 및 측정지점의 선정 등의 추정계획을 수립하고 실측을 실시하였다. 또한 조사한 실내환경 관련기준에 의거하여 실측결과를 분석함으로써 요트의 실내환경 상태를 파악하였다.

5장. 결론

- 3장, 4장의 분석결과를 바탕으로 결론을 도출하여 정리하였으며 향후의 연구방향을 제시하였다.

표 1.1 연구 흐름도



제2장 요트산업 현황분석

2.1 요트의 정의 및 분류

2.1.1 요트의 정의³⁾

요트의 어원은 원래 네덜란드어의 야겐(Jagen)에서 유래되었으며, 이는 ‘사냥하다’, ‘쫓는다’라는 의미를 가지고 있다. 옛날 네덜란드에서는 밀수선과 해적선을 잡기 위해 빠른 배를 건조했는데 이런 배를 ‘JagenSchip’이라 불렀으며 이는 ‘추적선’을 뜻한다. 즉, Jagen은 To hunt 그리고 Schip은 Ship이다.

그러나 돛(Sail)을 이용하여 바람을 추진력으로 수상을 달릴 수 있도록 고안된 요트의 기원은 어원과 달리 고대 로마·그리스·이집트 시대까지 거슬러 올라가 고대 돛단배에서부터 시작되었다. 이집트에서는 B.C 6,000년경의 유물로서 돛과 노를 같이 사용할 수 있는 배의 그림이 그려져 있다. 바람의 방향에 크게 구애됨이 없이 어떤 방향으로도 자유자재로 달릴 수 있도록 고안된 근대적 요트는 1660년 영국 국왕 찰스 2세의 즉위를 축하하기 위하여 네덜란드에서 선물한 2척의 수렵선이 그 시초라 할 수 있다.

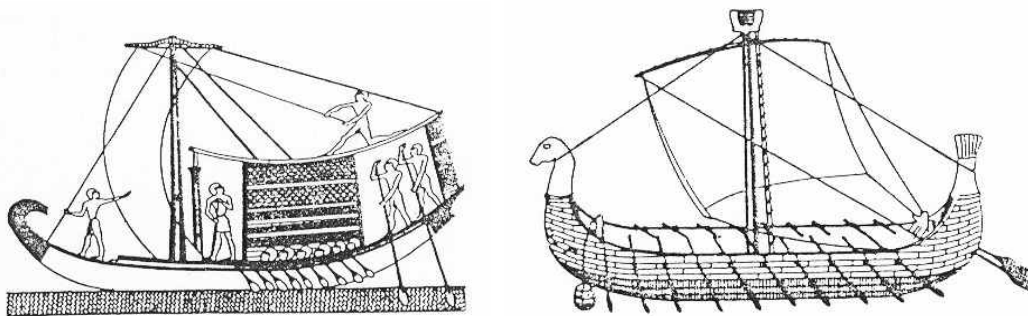


그림 2.1 고대 이집트 벽화의 요트

(출처: 바다소녀의 블로그 <http://kr.blog.yahoo.com/rhdwkwhd/17.html>)

3) 참고자료출처 : 대한요트협회 (<http://www.ksaf.org/>)
두산백과사전(<http://www.encyber.com>)

우리나라의 경우, 오랜 범선의 역사를 찾아볼 수는 있지만 서구와 같은 개념의 요트놀이는 찾아볼 수 없다. 따라서 우리나라에서는 1930년경 연희전문학교의 언더우드씨가 한강변의 배 목수를 시켜 요트를 제작하고 황해 요트클럽이라는 이름으로 한강하류에서 활동한 것이 요트의 시효라 할 수 있다. 그러나 태평양 전쟁이 발발하자 일제는 요트 금지령을 내려서 요트를 제작하거나 타는 행위를 금지했고 광복 이후 미군이 국내에 상주하던 1960년대부터는 내국인들 중에서도 개인적으로 요트를 제작하여 즐기는 군인이 나타나기 시작했다. 1960년대부터는 내국인들 중에서도 개인적으로 요트를 제작하여 즐기는 사람이 간혹 있었다. 그러나 동호인의 단체를 구성하거나 이를 보급하려는 시도는 없었다. 본격적으로 요트 보급이 활기를 띠기 시작한 것은 1970년 몇몇 동호인들이 한강변 광나루에 호수용 턴 클래스(turn class) 20척을 합판으로 제작하여 대한요트 클럽을 설립하면서부터이다. 이 클럽은 대학생을 중심으로 활기를 띠었으나 1972년 대 홍수로 인해 모두 유실되는 불행을 당하고 말았다. 그러나 이 클럽의 동호인들은 이에 굴하지 않고 다시 힘을 모아 국제 스나이프 클래스와 국제 오케이딩기 클래스를 제작하여 대한조정협회에 요트부를 신설하고 요트경기 보급에 나서게 되었다.



2.1.2 요트의 분류⁴⁾







요트를 분류하는 것에 있어서는 돛대의 위치, 돛의 형태, Keel, 선체, 사용목적, 재질 등 매우 다양한 항목으로 나눌 수 있지만 가장 일반적으로 분류되고 있는 방법은 표 2.1과 같다.

요트는 세일요트와 모터요트 두 가지로 나눌 수 있는데, 세일요트는 돛이 주가 되고 엔진은 보조용으로 사용된다. 길이에 따라서 승선인원도 달라지며 그에 따라서 용도도 달라진다. 먼저 덩기요트는 길이 20ft 이하, 승선 인원은 1~3명의 경기용 요트로 세일요트 중 유일하게 엔진이 없다. 두 번째로 연안 항해용 요트(Day Cruiser)는 20-30ft, 3~6명의 간의취사와 주거가 가능한 요트이다. 마지막으로 대양 항해용(Offshore Cruiser)는 30ft이상으로 인원도 6명 이상, 주거시설이 완비되어있어 장거리 항해가 가능하다. 그에 반해 모터요

4) 참고자료출처 : 박초풍의 바다이야기 (<http://www.myseastory.com/home/crui.htm>)

트는 엔진을 주동력으로 사용하며 흔히 파워요트라고도 불린다. 30~40ft대가 소형급, 50~60ft대가 중형급, 75ft 이상이 슈퍼요트 또는 메가요트(Mega Yacht)로 이는 크루즈 선박과 같은 호화 시설을 갖는다.

표 2.1 요트의 분류

구 분		이미지	길이(ft)	승선인원	편의시설	엔진	용도
세 일 요 트	딩기 Dinghy		8-20	1-3명	경기 필수품	없음	주로 경기용
	연안 항해용		20-30	3-6명	간의취사 및 주거	선외기	연안 항해
	대양 항해용		30이상	6명 이상	주거시설 완비	고정엔진	장거리 항해
모 터 요 트	소형		30-40	4-6명	간의취사	선외기/ 고정엔진	연안 항해
	중형		50-60	6명	주거시설 완비	고정엔진	연안 항해
	슈퍼요트 /메가요트		75이상	10명	주거시설 완비	고정엔진	장거리 항해

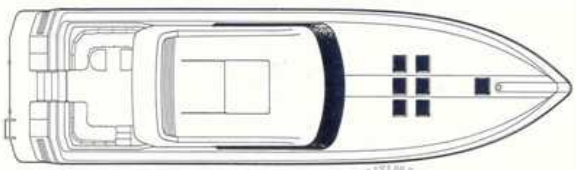
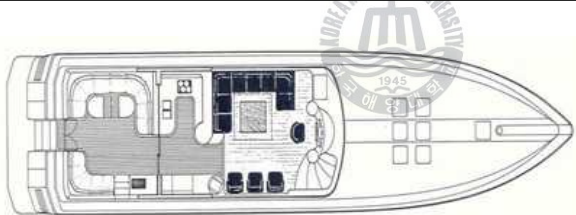
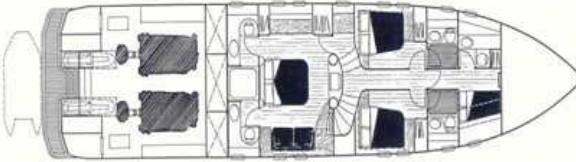
2.2 요트의 구조 및 실 구성

2.2.1 요트의 구조

요트는 크루즈 선박보다는 개인적이며 규모도 작기 때문에 생활공간과 운행 및 관리에 필요한 공간요소들이 근접하게 배치되어 있다. 표 2.2와 그림 2.2를 통해 요트의 구조를 파악해왔다.

표 2.2 요트의 평면도

(모델명 : New Sensation ww75 출처: www.ghiyachts.com)

위치	도면	구성요소
외관		
2갑판 Main Deck		<ul style="list-style-type: none"> - 거실(Main Saloon) - 주방(Galley) - 조종석(Helm) - 콕피트(Cockpit)
1갑판 Lower Deck		<ul style="list-style-type: none"> - 침실(Cabin) - 화장실(Toilet) - 엔진룸(Engine Room)

먼저 표 2.2는 파워요트의 각 층별 평면도를 보여주는 것으로 2갑판(Main Deck)에는 여러 사람이 함께 있을 수 있는 Saloon과 주방기능을 갖는 Galley, 조종석, 콕피트가 위치해있고, 아래층인 1갑판(Lower Deck)에는 큰 침실과 작은 침실이 계획되어진다. 그리고 가장 중요한 엔진룸은 1갑판 중에서도 선미부

분에 위치해 있다. 좁은 선체 내에 필요한 모든 것을 배치하다보니 주요 거주 공간이 엔진과 밀접하게 위치하여 소음 및 진동의 피해가 사료된다.



그림 2.2 요트의 입면도(위)와 단면도(아래)

(모델명 : New Sensation ww75 출처: www.ghiyachts.com)

그림 2.2의 단면도를 통해 요트가 일반 건축물과는 달리 층고가 낮고, 전체가 한 층이 되는 것이 아니라 요트 모양에 따라 층이 겹쳐지는 것을 알 수 있다.

2.2.2 요트의 실 구성

요트의 실 구성은 요트규모에 따라 달라지겠지만 반드시 필요한 구성요소는 살롱, 침실, 주방, 화장실, 창고와 같은 생활공간과 엔진, 발전기와 같은 운항을 위한 장비를 수용하는 공간이라 할 수 있다.

다음은 필수 구성요소를 포함한 주요 구성요소에 관한 내용으로 이는 관련 논문⁵⁾을 참고로 했다.

5) 이한석, 변량선, ‘수퍼요트의 공간배치와 실내공간구획에 관한 연구’ 한국실내디자인학회논문집 제16권 6호 2007년 12월 pp. 224 - 231

(1) 살롱(Main Saloon)

메인살롱은 메인데크에 위치한 것으로 선미데크에서 슬라이딩도어 출입구를 통하여 출입이 가능하도록 계획되어졌으며 이 공간에는 안락한 소파, 게임테이블, 대형스크린 TV 등과 같은 엔터테인먼트 시스템이 구비되어 있다.

(2) 침실(Cabin)

침실은 State cabin과 Guest cabin으로 나뉘는데, 먼저 State cabin은 선주가 사용하는 방으로 킹사이즈 침대, 화장실, 수납공간, TV와 엔터테인먼트시스템 등을 가장 고급스럽게 계획한다. 두 번째로 Guest cabin은 승객을 위한 공간으로 트윈 또는 더블침대, 화장실, TV, 수납공간 등을 계획한다. 좌현과 우현으로 구분되어 2~4개의 객실에 4~8명의 승객을 수용할 수 있다.

(3) 주방(Galley)

선주와 승객을 위한 서비스공간으로서 메인 갑판에 위치하는 것이 일반적이며 식료품 저장고(Pantry)가 배치되어 있어 운항하면서 취사가 가능하다.



(4) 엔진룸(Engine room)

엔진, 발전기, 기계류 등이 설치된 곳으로 선미에 위치하며 수밀도어가 설치되고 방열과 차음을 위한 단열재, 소음과 진동방지를 위한 설비(anti-vibration supports) 등이 요구되는 곳이다.

(5) 조종좌석(Helm)

선수에 위치하며 맨 위에 갑판과 메인 갑판에 배치된다. 통신장비, 기관, 해도 등이 구비되어 있다.

(6) 선원실(Crew cabin)

승무원 구역은 Lower Deck의 선수 쪽에 위치하는 것이 일반적이나 선미부 엔진룸 쪽에 분산되어 계획하는 경우도 있다.

다음으로 표 2.3은 앞서 언급한 구성요소의 실제 모습을 나타낸 것이다.

표 2.3 요트의 구성요소

(모델명 : Princess60 출처 : www.princessyachts.com)

실	이미지	실	이미지
Saloon		State Cabin	
Galley		Guest Cabin	
Crew Cabin		Engine Room	
Toilet		Helm	

2.3 요트 관련 법규

요트산업이 주목받기 시작하면서 기반시설 구축, 관련 행사와 같은 사업이 시작되고 있다. 그러나 현재 해양레저 관련 법률들이 분산되어 이러한 사업을 뒷받침해줄 법적인 장치는 부족하다고 볼 수 있다. 계류장을 포함한 마리나 시설에는 ‘항만법’, ‘체육시설의 설치 및 이용에 관한 법률’, ‘공유수면관리법’, ‘유선 및 도선사업법’이 적용되고 요트와 같은 선박에는 ‘선박법’, ‘수상레저안전법’, ‘유선 및 도선사업법’, ‘선박안전법’이 많은 제한을 가하고 있다⁶⁾고 한다.

다음은 요트와 관련이 된다고 생각되는 법규의 전반적인 내용을 정리 해보았다.

(1) 선박법⁷⁾

‘선박법’은 선박의 국적에 관한 사항과 선박톤수의 측정 및 등록에 관한 사항을 규정함으로써 해사에 관한 제도의 적정한 운영과 해상질서의 유지를 확보하여 국가권익을 보호하고 국민경제의 향상에 기여함을 목적으로 한다.

‘상법 제5편 해상에 관한 규정은 상행위를 목적으로 하지 않더라도 항행용으로 사용되는 선박에 관하여 준용한다. 해양수산부장관 또는 지방청장은 선박안전법의 규정에 의한 선박검사기술협회 및 선급법인으로 하여금 선박톤수 측정 등의 업무를 대행하게 할 수 있다.’ 등 39조와 부칙으로 되어 있다.

(2) 항만법¹²⁾

‘항만법’은 항만의 지정·개발·관리 및 사용에 관한 사항을 규정함으로써 항만의 건설을 촉진하고 그 관리·운영의 효율화를 도모하여 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 하며 11장으로 나누어진 전문 85조와 부칙으로 되어 있다

(3) 수상레저 안전법¹³⁾

‘수상레저 안전법’은 2000년 2월 9일부터 시행된 법률로, 수상레저 활동에서 일어날 수 있는 위험을 사전에 방지하기 위한 여러 가지 규정을 두고 있어 요

6) 인용 기사글 출처 : ‘해양관광레저가 경제성장 앞당긴다’, Sea&기자, Sea& 2007. 11. 30일자 7),12),13),14) 참고자료 출처 : 두산백과사전(<http://www.encyber.com>)

트에 가장 밀접하게 적용될 수 있는 법이라고 생각된다. 그 주요내용은 다음과 같다. 수상레저 활동이란 바다나 강·호수 등 내수면에서 수상레저 기구를 이용하여 취미·오락·체육·교육 등의 목적으로 이루어지는 모든 활동을 말하며 총칙, 조종 면허, 안전준수의무, 안전관리, 수상레저사업, 보칙, 벌칙의 7장으로 나뉜 전문 41와 부칙으로 이루어져 있다. 하위법령에 수상레저안전법시행령과 시행규칙이 있다.

(4) 해상교통 안전법¹⁴⁾

‘해상교통 안전법’은 선박의 안전운항을 위한 안전관리체제를 확립하고 해상에서 일어나는 선박항행과 관련된 모든 위험과 장애를 제거하여 해상에서의 안전과 원활한 교통을 확보하기 위한 법률로 총칙, 해양안전관리, 해상교통관리, 등화 및 형상물, 보칙, 벌칙의 6장으로 나뉜 전문 76조와 부칙으로 구성되어 있으며, 하위법령에 해상교통안전법시행령과 시행규칙이 있다.

이외에도 국제요트 경기대회에 관련 있는 ‘개별소비세법’, ‘관세법 시행’, ‘농어촌 정비법’, ‘어촌·어항법’과 같이 여러 법제도 내에 요트, 해양레저기구 등과 같은 용어는 있으나 요트에 관련된 명확한 법안이라고는 할 수 없는 내용이 대부분이었고 실내환경에 관련한 내용은 아예 찾아 볼 수도 없었다.

반면 국토해양부에 의하면 2009년 12월 10일부터 요트나 레저보트와 같은 마리나 선박의 계류시설과 호텔, 리조트 등 휴양시설이 결합한 종합 해양레저 시설을 본격 개발할 수 있도록 하는 마리나법이 시행된다고 한다.⁸⁾

마리나법은 ‘마리나 항만의 조성 및 관리 등에 관한 법률’을 일컫는 것으로 적용 대상에는 해양 레저 선박을 보관하는 수역시설과 외곽시설은 물론 이용자에게 편의를 제공하는 클럽하우스, 레스토랑, 쇼핑센터, 주차장 등이 모두 포함된다. 이 법안은 마리나 개발 사업 시 공유수면 점용료와 사용료 등 각종 부담금과 세제를 감면해주고, 일부 비용도 지원받을 수 있도록 하여 민간투자 활성화를 노리고 있다. 이외에도 정부는 마리나 시설이 성공적으로 개발될 수 있도록 다양한 지원을 아끼지 않을 계획이라 발표, 방과제와 도로 등 기반시설을

8) 국토해양부 ‘행복누리’블로그 (<http://blog.daum.net/mltm2008>)

설치하는 것도 지원할 계획이라 했다.

이처럼 요트산업이 주목받게 되면서 기반시설 구축과 같은 사업이 추진됨에 따라 관련 법제도 또한 조금씩 개선되려는 움직임이 보인다. 그러나 아직은 도입 단계다보니 마리나 시설과 같은 관광지에 초점이 맞춰져 있어 요트제작 및 관리와 같은 요트산업 자체에 대해서는 조금 더 기다려야 하지 않을까라는 생각이 든다.



2.4 요트의 국내외 현황

세계 요트 시장규모는 2004년 151억 달러(약 14조원)이던 것이 2010년에는 210억 달러 규모로 성장할 것으로 전망되는 현재, 한국의 요트 인구는 약 7,000여명으로 추산되며 요트 수는 930여척에 불과하나 2015년 국내수요만 2만 2,000척에 이를 것으로 예상된다.⁹⁾

현재 세계 요트 건조시장은 이탈리아를 선두로 미국, 프랑스, 독일, 노르웨이, 영국 등과 같은 미·유럽권 국가들이 차지하고 있다. 아시아에서는 중국이 요트 제조에 뛰어들었으며 대만은 요트 수출로 연 2억 달러 이상의 수익을 올리고 있다. 그에 비해 우리나라는 세계 최고 조선강국이라고는 하지만 요트 건조부문에 있어서는 매우 취약하다고 할 수 있다. 현재 국내에 보급되는 요트는 대부분 수입에 의존하고 있고 이로 인해 보수 및 유지관리에 있어서 절차가 까다롭다. 요트 수요시장이 확대되어감에 따라 우리나라 역시 요트 산업에 전략적으로 뛰어들어야 된다고 생각한다. 세계 1위의 조선강국이기 때문에 충분한 기술과 능력을 보유하고 있어 요트산업 인프라 여건 면에서도 아주 양호하다고 생각된다.



2.4.1 요트 건조시장의 국내외 현황¹⁰⁾

(1) 이탈리아

이탈리아는 요트시장에서도 가장 독보적인 나라로 전세계 요트 중 약 44.7%가 이탈리아에서 건조되고 있다. 지난 3월 나폴리에서 열린 Nauticsud 박람회에서 발표한 ‘보트산업과 금융조사’에 의하면 이탈리아의 대형요트산업은 2006년 대비 18.4%성장한 30억 유로의 매출액을 기록했고 그 중 모터보트 제작으로 인한 매출이 88%를 차지한다고 한다. 또 매출이 꾸준히 증가하면서 보트산업에 대한 투자와 인력도 지속적으로 증가하고 있어 전망이 매우 밝은 것으로 내다보고 있다.

9) 인용 기사글 출처 : ‘요트산업의 성장 가능성’, 김주태 기자, Sea& 2007. 11. 30일자

10) 참고자료 출처 : 인터넷카페 ‘요트로 떠나는 세상’ (<http://cafe.naver.com/speedyacht/424>)

(2) 미국

2006년 기준, 미국의 레저용 요트인구는 약 7,260만 명으로 집계되며 전국의 총 요트 수는 약 1,773만대로 그중 31만대가 신규, 약 6만대 가량 증가한 것이라고 볼 수 있다. 부동산시장의 침체 및 소비심리 불안에 따라 소비지출이 감소하면서 요트시장도 침체되었지만 80ft(24m)이상의 슈퍼요트시장은 향후 10년간의 주문을 이미 확보해 놓은 상태다. 하지만 슈퍼요트에 대한 수요는 계속 증가하고 있으나 공급능력 확충이 미치지 못하고 있는 것이 현실, 특성상 숙련된 제조인력을 필요로 하는데 현재 미국 전역의 레저용 선박 제조업체들은 용접·목공 및 의장 등의 분야에 걸쳐 고급 기술인력 부족을 겪고 있다. 국내 조선업계에서는 이를 주목해 레저용 고급 선박시장 진출을 적극적으로 타진할 수 있는 기회라고 생각된다.

(3) 네덜란드

네덜란드는 일반 대형선박 수주에 있어서는 한국, 중국 등 신흥 조선강국에 밀리지만 요트 등 고부가가치 선박시장에서는 저력을 보이고 있다. 품질 면에서는 세계 최고의 요트를 생산한다는 평가도 있다. 2006년 기준 전 세계 초호화요트 시장규모는 연간 400대 정도로, 이 중 360대는 파워요트이며 나머지 40대는 세일요트이다. 이 중 약 6~7% 정도의 물량인 23~28척 정도의 요트를 네덜란드 업체들이 공급하고 있다.

현재 네덜란드 조선소협회(VNSI)¹¹⁾에는 약 170개의 중소 조선소 및 선박기자재 제조업체가 등록돼 있으나 그 중 슈퍼요트 급을 생산하는 조선소는 14개로 추산된다. 이들은 짧게는 20년 길게는 100년 이상의 역사를 갖고 있는 명문 조선소로 설계부터 제작까지 고객들의 기호에 맞게 맞춤제작 방식을 통해 최고급 요트를 생산하고 있다.

(4) 아시아 지역

아시아에서는 유럽에 비해 늦게 시작한 대만, 태국, 크로아티아 등이 요트산업을 전략산업으로 정해 총력을 기울이고 있고 뉴질랜드, 인도 등에서도 요트산업을 전략적으로 육성하고 있다.

11) 네덜란드 조선소협회(VNSI) - <http://www.vnsi.nl/companies/default.aspx>

(5) 국내

우리나라의 경우 80년대 초 현대그룹의 자회사인 경일산업과 일부 중소 조선소에서 OEM으로 건조를 추진했으나 기술부족 등으로 원활하게 사업이 이뤄지지 못했다. 선진국에 비해 레저선박의 고속선박용 엔진, 요트용 세일·마스트 제작, 레저선박용 기자재 분야의 기술 등은 아직 부족한 상태로 해외 의존적인 경우가 대부분이다. 또한 선체 가공기술, 선체디자인 그리고 마리나 설계 분야는 어느 정도 기술을 갖고 있다고 볼 수 있으나 이 역시 아직은 개발단계라고 볼 수 있다.

2.4.2 요트관련 시설의 국내외 현황

마리나(marina)는 요트나 레저용 보트의 정박시설과 계류장, 해안의 산책길, 상점 식당가 및 숙박시설 등을 갖춘 항구를 일컫는 말로, 선진국 사이에서 마리나항의 운영실태는 고급 해양레포츠의 수준을 가늠하는 지표가 되고 있으며, 최근 한국에서도 마리나항 건설·운영이 확산 추세를 보이고 있다.¹²⁾

표 2.4 세계 각국의 마리나 시설 현황 (출처: 국토해양부 ‘행복누리’ 블로그)

국가	인구 (만명)	마리나 시설 (개소)	레저기구 보유(1000척)	인구대비 레저기구 보유
미 국	35,000	12,000	16,952	1/17 명
일 본	12,800	570	280	1/366 명
독 일	8,260	2,400	437	1/185 명
영 국	6,080	500	413	1/143 명
프 랑 스	6,170	470	866	1/68 명
호 주	1,970	2,000	587	1/31 명
스 웨 덴	910	1,000	1,335	1/7 명
대 한 민 국	4,850	8	4	1/11,700 명

12) 인용 글 출처 : 위키 백과 (<http://ko.wikipedia.org/>)

표 2.4는 세계 각국의 마리나 시설현황을 나타낸 것으로 스웨덴, 미국, 호주, 프랑스 등 미·유럽권 국가 순으로 인구대비 레저기구 보유율이 높은 것을 알 수 있다. 버블경제 이후 요트산업이 주춤했던 일본도 마리나 시설 수가 꽤 된다. 그에 비해 우리나라는 마리나 시설 수도 적고, 레저기구 보유 비율도 현저히 낮아 아직 해양레저 산업의 도입 단계라고 볼 수 있겠다.

아래의 그림 2.3부터 2.5는 각각 미국, 호주, 일본의 주요 마리나 시설로 계류장의 규모는 물론이고 주변 시설도 활성화 되어있다.



그림 2.3 미국 샌디에이고 요트 선착장
(출처 : 국토해양부 ‘행복누리’ 블로그)

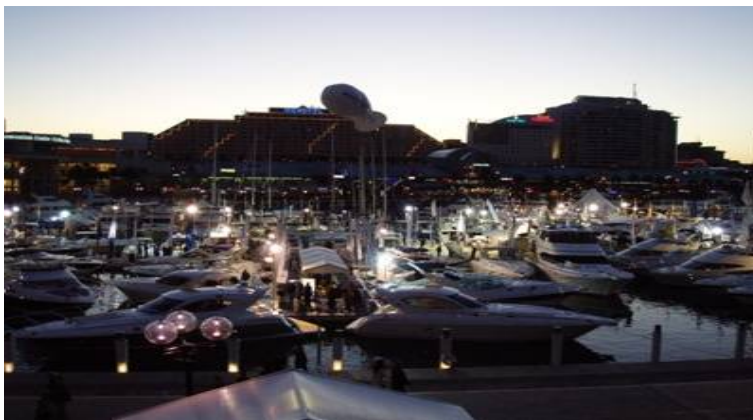


그림 2.4 호주 시드니 달링하버 정박장
(출처 : 루티즈 http://www.rootiz.com/n_community/)



그림 2.5 일본 요코하마 베이사이드 계류장
(출처 : 시민의 소리, <http://www.siminsori.com/news/>)



그림 2.6 부산 수영만 요트경기장



그림 2.7 통영 금호마리나 계류장

그에 비해 국내의 마리나 시설 현황은 어느 정도 제대로 된 시설을 갖추고 있다고 할 수 있는 곳은 2군데 정도로 ‘부산 수영만 요트경기장’과 ‘통영 금호 마리나’가 그것이며 각각 그림 2.6과 2.7이다. 최근 이곳을 포함한 경상남도과 경기도 전곡항에서는 요트대전이라는 행사를 개최하면서 대중이 쉽게 접근할 수 있도록 요트의 전시 및 판매를 하고 있으며 국제적으로 해양레저산업의 시장을 이루기 위한 요트 경기대회도 진행하고 있다. 그러나 아직 나머지는 소규모 마리나라고 할 수 있다. ‘마리나’라고는 해도 시설규모 및 시설 구성 측면에서 영세성을 띠고 있어 전반적으로 활성화 되어 있지 않은 것이 현 실정이며 계류장 임대사업 외에는 수입사업 면에선 거의 미약하고 인근에 수리 조선소가 부족하다거나 자체 숙박시설 부족 및 다양한 테마와 연계한 사업이 빈약하다고 평가되고 있다.



그림 2.8 대한민국 국제요트대전(좌)과 경기국제보트쇼(우)

경기도, 경남, 제주, 강원, 전남, 전북, 강원 등 해안을 끼고 있는 지자체들은 2006년 하반기부터 경쟁적으로 요트산업 육성에 뛰어들면서 요트 정박장인 마리나 등의 기반시설 확보를 위한 대규모 투자계획을 발표했었고 이러한 지자체만 40여개 이상이다. 현재 서해안권에 대규모 요트장 중심의 복합리조트 건설을 계획하고 있다. 그 규모는 부산 수영만 요트경기장 정도로 약 1,300척이 계류가능한 곳으로 수도권 2,400만명 및 동북아를 상권으로 하는 시설로 개발계획 중이다. 개발방향은 계류장, 학교, 숙박, 휴양, 오락기능이 포함된 복합리조

트로 개발하여 경기도 남북부에 1개씩 개발 예정이다. 이외에도 평택호, 시화호, 화성호 등과 같은 경기도 서해안의 내수면에 계류장, 요트수리, 편의시설을 중심으로 한 소규모 요트장 건설 또한 계획 중으로 경기도민들이 쉽게 접근하여 이용할 수 있도록 하는 것이 그 목적이다. 또한 경상남도는 부산, 전라남도 와 함께 남해안을 동북아 핵심지역으로 끌어올리기 위한 발전전략으로 요트산업 육성을 추진하고 있다. 요트산업과 해양레포츠 활성화를 위해 오는 2012년까지 연안권 10개 시군에 1,930억원을 투입해 해양관광 마리나 기반시설을 추진하고 있다. 목표는 요트산업 기반 구축을 위해 요트산업의 기반시설을 구축하고 있다. 이외에도 서울, 전남 신안과 여수, 제주도 등 해안이나 강을 끼고 있는 지자체들에서는 모두 요트산업과 관련 사업을 추진 중이다.¹³⁾

이러한 요트산업 기반시설에는 마리나만 있는 것은 아니다. 요트에 대한 인식이 바뀌면서 직접 체험하고 즐길 수 있는 해양 레포츠인 요트를 배우고자 하는 사람의 수요가 늘게 되었고, 요트관련 교육 및 자격취득에 관한 도움을 주는 단체 또는 학교에 대한 관심도 커졌다. 경남 통영시는 요트학교 개설과 요트동호회를 결성한 데 이어 공무원 420여명의 요트조종자격 취득 지원에도 나섰다. 제주시 김녕리에는 ‘제주도 요트학교’가 설립되어 요트산업의 전문 인력을 양성하는 것이 목적으로 요트의 이론과 실기 등 기술교육과 해상안전교육, 초중고교 요트 팀 육성 등 전문가 양성교육, 수상레저 안전법에 따른 조종면허 관련 교육을 할 계획¹⁴⁾이라고 한다.

13) 참고자료 출처 : 인터넷카페 ‘송산그린시티’ (<http://cafe.naver.com/ssgunbs/1587>)

14) 기사인용 - ‘제주도 요트학교 11월 개설’ 김승범 기자, 매일경제 2009.9.29

제3장 선박의 실내환경 특성분석

3.1 연구 동향

최근 해양레저 활동에 관한 관심이 높아짐에 따라 슈퍼요트와 크루즈 선박 등에 관한 연구도 시작되고 있다. 그러나 아직 요트의 실내환경에 관한 연구는 거의 미비하기 때문에 본 논문에서는 슈퍼요트 및 크루즈 선박에 관한 연구와 선박의 실내환경에 관한 연구 두 가지로 나누어 연구 동향을 파악해보았다.

3.1.1 건축적인 측면에서의 연구

건축분야와 연관하여 현재 진행되고 있는 연구는 대부분이 슈퍼요트의 실내 공간배치, 실내구성, 외관 디자인 등 설계에 관한 논문으로 그 내용은 다음과 같다.

이한석 외 2명^[11]은 해양건축디자인 대상으로서 슈퍼요트의 특성 및 디자인, 국내외 동향 등에 대해 고찰하고 슈퍼요트의 선박외관을 분석하여 디자인 요소를 추출하는 것에 목적을 두었다. 외관디자인 분석을 위해 2006년도 슈퍼요트 협회가 시상하는 파워요트와 메이저급 파워요트를 선박의 규모별(전장 23~32m, 32~43m, 43m이상)로 구분하여 해양건축디자인의 측면에서 그 특성과 디자인의 특징을 살펴보았다. 또한 슈퍼요트의 외관의 선을 중심으로 분석하여 선박외관에 영향을 주는 디자인 요소를 도출하였고 그것은 그림 3.1과 같다.

슈퍼요트의 선실 실내디자인에 관한 연구 또한 외관디자인연구와 함께 진행할 필요가 있다고 생각, 이한석 외 1명^[12]은 2007년 12월에 ‘슈퍼 요트의 공간 배치와 실내공간구획에 관한 연구’에서 슈퍼 요트를 구성하는 실내외 공간을 대상으로 공간구성요소를 파악하고, 공간구성에 따른 배치유형을 분류, 선박의 제한조건에 따른 실내공간구획과 동선계획에 의한 실내공간 계획특성 파악을 통해 슈퍼요트의 실내외 공간계획 및 배치를 위한 기초자료 제시를 목적으로 하고 있다. 세계 메이저급 슈퍼 요트 제작회사에서 제작한 슈퍼요트와 국제 슈퍼요트협회에서 디자인상을 수상한 요트 가운데 24m이상의 요트를 대상으로

규모별 관련 자료를 수집, 규모에 따른 공간구성요소의 수평 및 수직배치를 분석하여 배치유형을 분류하고 실내공간구획 및 동선의 특징을 분석하였고 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 슈퍼요트의 크기를 대중소로 구분하여 소형요트는 3개 갑판, 중·대형급 요트는 4개 갑판을 가지며, 갑판에서는 선미, 중앙, 선수부 구획과 선체 중심선을 기반으로 공간이 구성된다.

둘째, 전장 34m 이하 슈퍼요트에서는 제3갑판에 플라이 브릿지, 제2갑판에 메인살롱, 제1갑판에 엔진룸, 게스트룸, 승무원룸이 공통적으로 배치되며 나머지의 공간배치에 따라 A~E유형으로 구분 지었다.

셋째, 전장 34m 이상의 슈퍼요트에서는 제4갑판에 플라이브릿지, 제3갑판에 과일렛하우스, 제2갑판에 메인살롱, 제1갑판에 엔진룸, 게스트룸, 승무원룸이 공통적으로 배치되며 나머지 공간배치에 따라 A~F유형으로 구분 지었다.

넷째, 승객 및 선주구역과 승무원 구역은 수평적으로는 격벽에 의해 수밀구획으로 구분되며 수직적으로는 갑판에 의해 구획된다.

이외에도 승객과 승무원의 동선에 관한 특징에 대해서도 서술하였다.

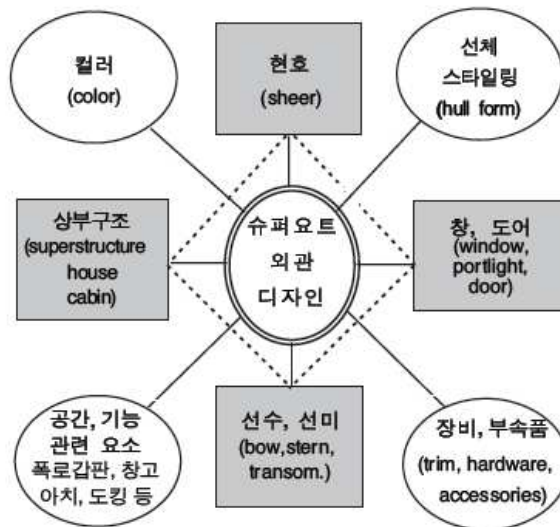


그림 3.1 슈퍼요트 외관디자인요소

3.1.2 선박의 실내 환경에 관한 연구

선박의 실내 환경에 관한 몇몇 연구사례는 있으나 파워요트에 비해 규모가 매우 큰 상선인 실습선을 대상으로 하거나 선박의 사용 목적이 전혀 다른 해양경찰 소속 선박을 대상으로 한 연구사례가 대부분이다.

조효제 외 4명^[14]은 톤수가 다른 6척의 경비 함정을 대상으로 선박 내의 공기오염물질 농도와 전자파에 대한 실측을 수행하고 허용기준과 비교를 통해 선상근무 환경을 평가했다. 선내 공기오염에 의한 근무환경 평가를 위해 온습도, 분진량, 이산화탄소, 일산화탄소, 이산화황, 포름알데히드 6가지 사항을 측정하였고 온습도 및 일산화탄소는 대부분의 구역에서 기준 내에 들어가는 반면 다른 오염물질은 많은 구역에서 농도기준을 초과하고 있다는 것을 확인, 전자파 또한 전기제품 사용이 많은 곳에서 상당량 초과하고 있어 선상근무 피로도 경감대책 제안이 필요하다고 결론지었다.

도근영 외 2명^[5]은 건조된 지 3개월 정도 된 한국해양대학교의 실습선을 대상으로 하여 선박 내부의 공기질을 측정, 근무자들의 선내공기 오염물질에 대한 노출을 평가하고 특수 실내환경에서 실내 공기질 관련법의 확대 및 제정에 있어 근본적인 기초 자료를 제공하고자 했다.

이외에도 선박의 실내환경에 관한 연구는 계속 되고 있다. 선행연구를 살펴보면 본 논문에서는 선박이 요트와 가장 비슷한 환경이라고 할 수 있으므로 선박의 실내환경과 요트의 실내환경은 동일할 것이라는 가정 하에 온열환경, 공기환경, 음환경 세 가지 요소별로 세밀하게 고찰, 정리해보았다.

3.2 실내 온열환경

선박의 선실 내 온열환경과 관련된 연구로는 장미숙 외 4명^[13]이 온도와 상대습도에 대한 기존의 연구 결과와 설문조사를 통해 승조원의 주관적 온열요소를 바탕으로 함정 내 조타실과 침실에 대하여 온열 근무환경을 평가한 연구가 있다. 대상선박은 1000ton 함정으로 조타실과 침실에 대해 물리적 온열요소인 건구온도와 상대습도는 온습도계(SATO SK-L200TH)를 이용한 측정결과와 주관적 온열요소인 착의상태에 대한 의복 열저항값과 활동 상태에 따른 신진 대사량은 승조원에 대한 설문조사를 실시하여 평가하였다. 조타실과 침실에서 각각 조사된 물리적 및 주관적 온열요소를 바탕으로 열적 쾌적을 알아보기 위해 기류속도를 0.0 ~ 0.1 m/s범위에서 0.05m/s씩 변화시키면서 PMV와 PPD의 변화를 살펴봤다. 이때 PMV는 ‘예상 평균 온열감’(Predicted mean vote)로 인체 열 조절 시스템의 생리적 반응을 1,300명을 대상으로 한 실험결과인 사람들의 온열감 의사표시와 통계학적으로 연관시켜 개발된 것이고, ‘예상불만족도’(Predicted percentage of dissatisfied) 즉 PPD는 열적으로 불만족인 사람들의 숫자를 정량적으로 제공해주는 것이다.

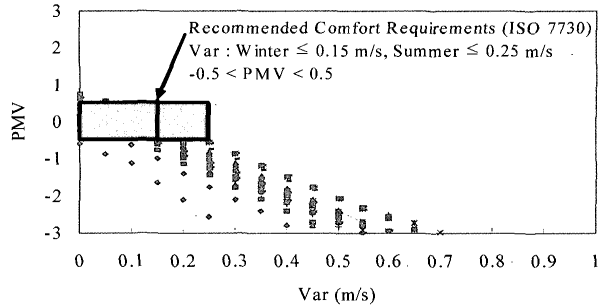
그림 3.2와 같이 ISO7730에서 권장하는 기류속도 및 PMV/PPD영역을 통해 평가한 결과는 다음과 같다.

첫째, 조타실 0.1m/s, 침실 0.05m/s로 상대기류속도가 유지된다고 가정할

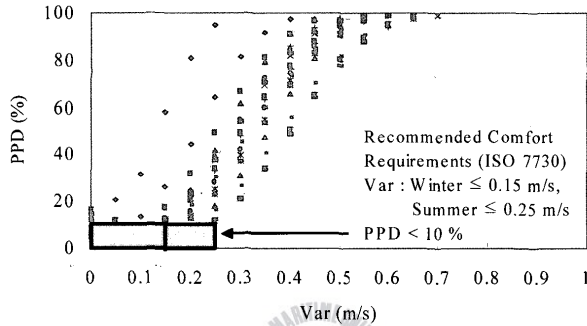
경우 온열적으로 쾌적함을 느끼는 최적온도는 각각 24~25℃와 29℃로 약 4~5℃의 온도차를 보인다.

둘째, 실측온도와 비교한 결과 조타실은 약간 추움, 침실은 더움의 불만족 의사표시가 발생할 수 있는 것으로 조사되었다.

위의 결과를 통해 알 수 있는 것은 선실별로 다른 냉난방 조절이 필요하다는 것을 반증하는 것으로 일괄적으로 유지되는 냉난방 시스템의 운영은 불필요한 에너지의 손실을 초래하며 불쾌감을 느끼는 승조원의 수도 증가할 것이므로 정확한 냉난방 용량의 산정이 필요하다.



(a) 기류속도와 PMV



(b) 기류속도와 PPD

그림 3.2 조타실에서 평가된 기류속도와 PMV/PPD

신동걸 외 4명^[7]은 운항 중인 선박의 선내 온열환경에 대한 실측조사를 통해 현황 파악 후 개선방향 제시 및 선박용 공조기 설계의 참고자료가 될 데이터베이스 구축을 목적으로 실측 대상은 건조한지 1년이 조금 지난 운항실습선으로 측정개요는 표 3.1과 같다. 측정된 데이터는 ASHRAE가 제시한 쾌적범위를 활용해 쾌적성을 객관적으로 평가하였고, 모든 선실은 20~25℃의 온도로 유지되고 있어 매우 쾌적한 조건인 반면 습도는 매우 건조하여 기관지에 나쁜 영향을 미칠 수도 있는 정도로 승조원의 생산성과 건강을 위해 40~60%의 습도를 유지하여야 할 것이라 결론지었다. 또한 온열환경의 현황을 분명히 하기 위해 동일한 조건으로 계절만 다른 여름철에 동일한 실측을 진행하였다.

표 3.1 신조 운항실습선의 봄철 실내 온열환경 실측평가 개요

측정선실의 개요	브릿지, 살롱, 휴게실, 강의실, 학생선실(2)	
측정항목	온습도	각 선실의 바닥면 중앙에서 1.2m높이로 설정한 중앙점, 10분 간격 자동측정 기록 (출입이 잦은 곳은 포터블 온습도계를 이용 2시간 간격으로 측정)
	풍량	8시간 간격으로 3회씩 토출풍량 측정
측정기간	<ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2007년 4월 2일 ~ 5일 - 1차 측정 : 부산 -> 제주도 4월 2일 9시부터 24시간 - 2차 측정 : 제주도 -> 부산 4월 4일 9시부터 24시간 	
실외조건	<ul style="list-style-type: none"> - 온도 : 7~15℃ - 습도 : 20~60% - 우리나라 남해안의 전형적인 봄철 기상조건 	

이외에도 도근영 외 1명^[4]은 상선의 공조 설비는 외기부하의 변화에 대응할 수 있어야 하며, 육상 건물에 비해 상대적으로 높은 상선의 기밀성으로 인한 환기량을 증가시켜야 한다고 제안하였고, 황광일 외 4명^[16]은 원항여객선의 다양한 객실에 대한 실내 온열환경을 실측하여 선실의 위치에 따라 온열환경에 차이가 있으며 선실 내부의 가구배치 등 구조에 따라 동일 공간 내에서도 4~6℃의 온도불균형이 발생하고 있음을 보고하였다.

3.3 실내 공기환경

도근영 외 3명^[6]은 ‘새집증후군’에 이어 ‘새차증후군’과 같은 승용차, 고속버스, 열차 등의 실내공기질에 대한 연구가 활발해짐에 따라 최근 수요가 급속도로 늘고 있는 여객선의 실내공기질 실측을 통해 선박의 실내공기질 관련법 확대 및 제정과 쾌적한 선박 실내공기환경을 조성하기 위한 기초 자료 제공에 그 목적을 두고 연구를 진행하였다. 이 연구에서 가장 주목해야할 내용은 선박의 실내공기환경의 특수성으로 그 내용은 다음과 같다.

첫째, 일반건축물에 비해 기밀성이 매우 높다.

둘째, 실내 공간의 제약 때문에 전공기방식의 공조가 대부분이지만 Return Duct가 없으며 복도를 통해 재순환 또는 배기 하고 있다.

셋째, 장거리 항로의 크루즈 선박 등 여객선의 경우에는 선박 실내에서 거주하는 시간이 일반 건축물 실내에서 거주하는 시간보다 길다.

이와 같은 특수성 때문에 실내공기가 오염될 가능성이 높으며 실내공기가 오염될 경우 쾌적성뿐만 아니라 승선자의 건강을 해칠 위험이 크다.

실측의 대상은 건조된 지 3개월 정도 된 한국해양대학교의 실습선으로 길이 117.2m, 폭 17.8m, 총톤수 6,686톤으로 총 246명이 승선할 수 있다. 실측은 2006년 2월 22일~24일까지였으며 운항속도는 평균 6.48knots로 해상은 파고 2~3m, 풍속 6~10m/s에 외기온 7~12℃으로 측정항목은 표 3.2와 같다.

측정 결과를 요약하자면 실내온도는 20~27℃정도이나 습도가 쾌적범위 40~60%보다 낮은 상태로 승선자의 쾌적성과 건강을 해칠 우려가 있으며 실내공기질은 이산화황을 제외하면 대체적으로 양호하다고 할 수 있으나 건조 직후의 선박에 대한 실내공기질을 평가하기에는 데이터가 부족하므로 지속적으로 평가가 필요하다.

표 3.2 실내공기질 측정항목 및 측정, 분석방법

측정항목	측정 및 분석방법
휘발성 유기화합물 (VOCs)	<ul style="list-style-type: none"> - 구체흡착법 : 흡착튜브(Tenax-TA)이용 - 3.0l 2회 채취 - 외부공기와 차단 후 4℃의 냉장고에 보관 - 열탈착 후(ATD 이용) GC/MS로 분석
포름알데히드 (HCHO)	<ul style="list-style-type: none"> - 2.4-DNPH 카트리지 이용 - 30분간 15l 2회 채취 - 액상고속액체크로마토그래피(HLPC)로 분석
CO,CO ₂ ,SO ₂	<ul style="list-style-type: none"> - Bruel & Lugaer Multi-gas monitor 이용 - 실중양, 5분 간격으로 6회 채취, 평균값 산출
미세먼지	<ul style="list-style-type: none"> - 주사형 이동도 분석장치(SMPS)이용 - 실중양, 3분 간격으로 6회 채취, 평균값 산출
부유세균 부유진균	<ul style="list-style-type: none"> - Andersen single-stage impactor를 사용 - 28.3l/min의 유량으로 2분간 측정 - 중앙 바닥으로부터 1.2~1.5m 높이 - 세균 : TSA 배지를 사용(37℃인큐베이터에서 24시간 배양) - 진균 : MEA 배지를 사용(25℃인큐베이터에서 5일정도 배양) - CFU m-3으로 결과 산출
석면	<ul style="list-style-type: none"> - NIOSH 7400방법으로 공기 중 석면 포집 - 직경 25mm, 0.8μm셀룰로오스 멤브레인 필터 사용 - 실중양 바닥으로부터 1.2~1.5m 높이 - 10l/min의 유량으로 1시간 동안 포집 - EDX가 장착된 투과전자현미경으로 분석
온도 상대습도	<ul style="list-style-type: none"> - 다기능 측정기 testo435 이용 - 실중양 높이 1.2~1.5m 위치 - 30분간 측정하여 평균값 산출
기류	<ul style="list-style-type: none"> - 다기능 측정기 testo435 이용 - 실중양 높이 1.2~1.5m 위치 - 10분간 측정하여 평균값 산출

황광일 외 4명^[16]은 현재 운항 중인 원항 여객선의 선실 내 온열환경에 대한 실태조사를 수행하여 데이터를 분석하고 이를 통해 크루즈선 설계 시 기초자료 구축을 목적으로 측정대상의 특성 및 개요는 표 3.3과 그림 3.3과 같다.

표 3.3 측정대상의 특성

중량	GRT : 9,690ton DWT : 4,249ton
길이 * 너비 * 깊이	160m * 25m * 13.5m
속도	23.10 knots
승객 수	550명

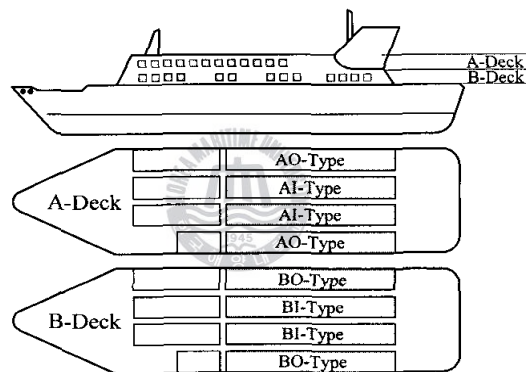


그림 3.3 측정 선박의 단면도(위)와 평면도

측정대상 선박은 일반승객용으로 내부구조가 다른 4종류의 선실을 운영하고 있어 각 종류별 선실에 대한 온열환경을 측정하였다. 다른 연구와는 달리 2번에 걸쳐 실측을 통해 실험결과의 재현성을 확인했다고 할 수 있다. 측정결과를 요약하자면 외기와 접하는 창문이 있는 외측선실보다 내측선실의 온도가 5℃정도 높게 측정된다. 또 2층침대 선실의 경우, 상층과 하층 사이에 2~4℃의 온도차이가 보인다. 모든 선실의 상대습도는 일정한 온도에 비해 매우 낮아 건조한 상태로 재실자의 건강에 좋지 못한 영향을 미칠 것으로 예측되었다.

3.4 실내 음환경

선박은 육상 구조물과는 달리 제한된 공간 내 사무실, 침실 등 거주 공간이 밀집되어 있고 추진기관 등 선박운항에 필요한 각종 기계 장비류가 인접되어 있다. 또한 각종 기계 장비류는 24시간 가동되는 경우가 많은데다 장기간 선원들이 생활하게 되는 경우가 대부분이기 때문에 소음 및 진동에 의한 불편이 없도록 설계되어야 한다.

이에 김동해 외 1명^[2]은 설계단계에서부터 상세한 소음해석을 통하여 효과적인 방음 대책을 결정하는 것이 필요하다고 생각, 선박소음의 일반적인 특징과 주요 소음원 및 측정과 평가방법을 검토하였고 선박소음 예측기법과 선박소음 예측시스템에 대하여 보고하였다.

김재승^[3]은 선박의 전반적인 소음레벨을 결정 짓는 주요 소음원은 주 추진기관, 발전기 및 선박 고유의 추진 장치인 프로펠러 등 3가지 중 주 추진기관과 발전기의 구동장치로 쓰이는 디젤기관에서의 소음 특성을 다루었다. 디젤엔진의 소음 종류를 발생위치, 발생원인, 엔진 기종에 따라서 분류하고 그 중 저속 디젤엔진의 소음특성을 공기음 레벨을 중심으로 결론을 내렸다.

유영훈^[9]은 승선사관의 청력보호를 위한 실습선의 소음측정에 관한 기초적인 연구로 대형 및 중형선박을 대상으로 정상 운전 시 기관실 및 선실 내부의 소음레벨을 실측하여 소음폭로의 정도를 평가 및 제시하는 것을 목적으로 선내 소음으로 인한 청력장애의 영향이 가장 심각할 것으로 판단되는 승선사관 실습선과 장기간 원양항해를 하는 대형 컨테이너선을 대상으로 실측하였다. 실습선의 경우 기관실 내부, 강의실 및 거주구역을 중심으로 하였고, 컨테이너선은 기관실 및 거주구역을 중심으로 소음계(ONO SOKKI, LA-5110)를 이용해 평균 음압레벨 및 옥타브밴드별 소음측정을 진행하였다. 측정한 값은 IMO규제치에 적용하여 다음과 같은 결론을 내렸고, IMO규제치는 표 3.4와 같다.

첫째, 선박의 주기관인 디젤엔진의 소음은 기관실 내부의 소음에 가장 크게 영향을 미치며, 그 중에서도 터보 과급기 소음의 영향이 가장 컸기 때문에 기관실 소음레벨 개선을 위해서는 터보 과급기 소음레벨의 개선이 가장 효과적이다.

둘째, 실습선의 경우 기관실에 근접하는 학생침실의 소음레벨이 IMO의 제한치를 초과하는 경우가 있어, 모든 선박에서 기관실과 근접한 위치에 거주구역을 설치하는 것은 설계단계에서부터 고려해야 한다.

표 3.4 IMO 소음 유지기준

공간 및 상태		소음유지기준[dB]
Engine Room	Stay always	90.0
	Stay sometimes	110.0
Engine control room		75.0
Machine workshops		85.0
Non-specified work spaces		90.0
Navigation bridge		65.0
Radar rooms		65.0
Offices		65.0
Cabins		60.0



3.5 선행연구 분석 소결

앞에서 살펴본 바와 같이 선박의 온열환경, 공기환경, 음환경 세 가지 실내환경 요소에 대한 연구 사례를 조사 및 분석하였다. 각각의 환경요소 별 선행연구 분석을 통해 다음과 같은 실내 특성을 알아낼 수 있었다.

(1) 온열환경

일괄적으로 유지되는 냉난방 시스템의 운영은 불필요한 에너지의 손실을 초래하며 불쾌감을 느끼는 승조원의 수도 증가할 것이므로 정확한 냉난방 용량의 산정이 필요하다.

(2) 공기환경

선박의 실내공기환경은 육상 구조물과는 다른 특수성을 갖는데 그 내용은 다음과 같다.

첫째, 일반건축물에 비해 기밀성이 매우 높다.

둘째, 실내 공간의 제약 때문에 전공기방식의 공조가 대부분이지만 Return Duct가 없으며 복도를 통해 재순환 또는 배기 하고 있다.

셋째, 장거리 항로의 크루즈 선박 등 여객선의 경우에는 선박 실내에서 거주하는 시간이 일반 건축물 실내에서 거주하는 시간보다 길다.

(3) 음환경

선박은 제한된 공간 내 사무실, 침실 등 거주공간이 밀집되어 있고, 추진기관 등 선박운항에 필요한 각종 기계 장비류가 인접하게 위치해 있다. 대체적으로 이러한 기계 장비류는 운항되는 내내 가동되는 경우가 많고 장기간 선원들이 생활하게 되는 경우가 많으므로 소음 및 진동에 의한 불편을 줄이기 위해서는 기관실과 근접한 위치에 거주구역을 설치하는 것은 설계단계에서부터 고려해야 한다.

제4장 실내환경 성능평가

4.1 요트 실내환경 특성분석

파워요트는 침실, 주방, 화장실과 같은 주거시설이 완비되어 있을 뿐만 아니라 통신, 기관, 해도 등도 구비되어있기 때문에 다른 대형 선박처럼 장거리 항해가 가능하다. 본 논문에서는 앞서 3장에서 선박과 요트의 실내환경이 비슷할 것이라고 가정하고 선행연구 분석을 통해 요트 또한 일반 건축물이나 육상 교통기관에 비해 안전성 및 공간적 제약 등에 의해 다음과 같은 특수성을 갖게 된다고 가정해보았다.

첫째, 선박과 동일하게 요트의 외피(선체)는 물의 침입을 막기 위한 수밀구조이기 때문에 일반 건축물에 비해 외피의 기밀성이 매우 높아 창 등을 통한 틈새바람이 거의 없다. 창을 통한 환기는 할 수 없기 때문에 환기설비에 의해 충분히 환기되지 않을 경우 실내 공기질이 악화될 가능성이 높다.

둘째, 여객선과 같은 선박에 비해서는 크지 않은 선체에 의한 좁은 실내 공간계획 때문에 각 실은 문으로 구획되어 있으나 각 실의 환기 등의 이유로 문을 열어두면 공기의 유동은 원류 형태에 유사하다고 할 수 있다.

셋째, 요트 특히 파워요트의 경우, 운항에 필요한 엔진과 기타 기기작동을 위해 전기를 만드는 발전기 등이 설치된 기계실이 거주 공간에 인접하여 배치되기 때문에 소음, 진동, 배기가스의 유입 등에 대한 대책이 매우 중요하다.

이와 같은 요트의 특수성 때문에 호흡에 의한 이산화탄소 발생, 엔진의 연소과정에서의 배기가스 유입 등과 같이 실내 오염물질 발생에 의해 실내 공기가 오염될 가능성이 높고, 소음 및 공기오염으로 인해 실내공간의 쾌적성이 저해될 수 있으며 승선자의 건강까지도 해칠 수 있다. 특히 슈퍼요트의 경우는 호텔 이상의 쾌적성을 요하기 때문에 실내의 공기질을 포함한 실내환경의 쾌적성을 확

보해야만 한다. 따라서 재실자의 쾌적함과 건강을 위해서 실내 공기환경 뿐만 아니라 온열 환경, 기류, 조명, 소음 등을 포함하는 실내 환경의 질(IEQ, Indoor Environmental Quality)에 대한 전반적인 성능검토가 필요하다.



4.2 측정 개요 및 관련기준

4.2.1 측정 개요

본 연구는 실측을 통해 요트의 실내환경이 어떠한지를 파악하고 이를 바탕으로 쾌적성을 고려하기위해서는 어떤 방향으로 연구 및 개발해 나가야하는가를 알아보고자 한다.

우선, 파워요트는 75ft(24m)이상의 요트를 지칭하지만 국내에는 현재 75ft이상의 파워요트를 찾기 어려워 부산 수영만 요트경기장에 계류되어 있는 요트 중 가장 큰 요트를 본 연구의 측정대상으로 하였다. 그림 4.1과 표 4.1에 측정 대상으로 한 파워요트의 외관 및 사양을 나타낸다.



그림 4.1 측정대상 요트의 외관

표 4.1 측정대상 요트의 사양

모델명	Princess 60
크기	전체 길이 : 61ft 8in 건조중량 : 22.5ton
공간 구성	Saloon, State cabin, Guest cabin(2) Toilet(2), Crew cabin, Galley
최대속력 엔진마력 발전기 능력 에어컨	30 knot 2 × Man D2848 LE403 800hp 12kW (방음장치) 히트 펌프식 냉난방 시스템

다음으로 표 4.2는 본 연구에서 측정한 항목 5가지와 측정 장치를 나타낸 것이다.

표 4.2 측정항목 및 측정기기

요소	측정항목	측정기기
공기환경	일산화탄소(CO) 이산화탄소(CO ₂)	IAQ Monitor 2332
온열환경	온도 습도	SK-L200TH (Data logger+ 습도감지선)
음 환경	소음	NA-27 (소음계)

먼저 공기환경 요소에서는 파워요트의 경우 선체가 작고 선내 공간이 좁아 거주공간과 인접하여 엔진, 발전기 등이 수납된 기계실이 배치되므로 엔진, 발전기가 운전 시에 발생하는 배기가스가 실내로 유입될 가능성이 높기 때문에 배기가스의 유입 유무를 확인하기 위해 일산화탄소(CO)의 농도를 측정하였다. 그리고 수밀구조인 요트에서 각 실이 적절한 환기가 되고 있는가의 여부를 확인하기 위해 이산화탄소(CO₂)의 농도를 측정하였다.

두 번째로 온열환경 요소에서는 온습도변화를 측정하여 실내가 쾌적한 상태를 잘 유지하는가를 알아보고자 했다. 마지막으로 음환경 요소는 선체 내가 밀폐된 공간이고, 거주구역과 인접한 곳에 엔진룸이 있기 때문에 소음의 피해가 있을 것이라 생각되어 측정하였다.

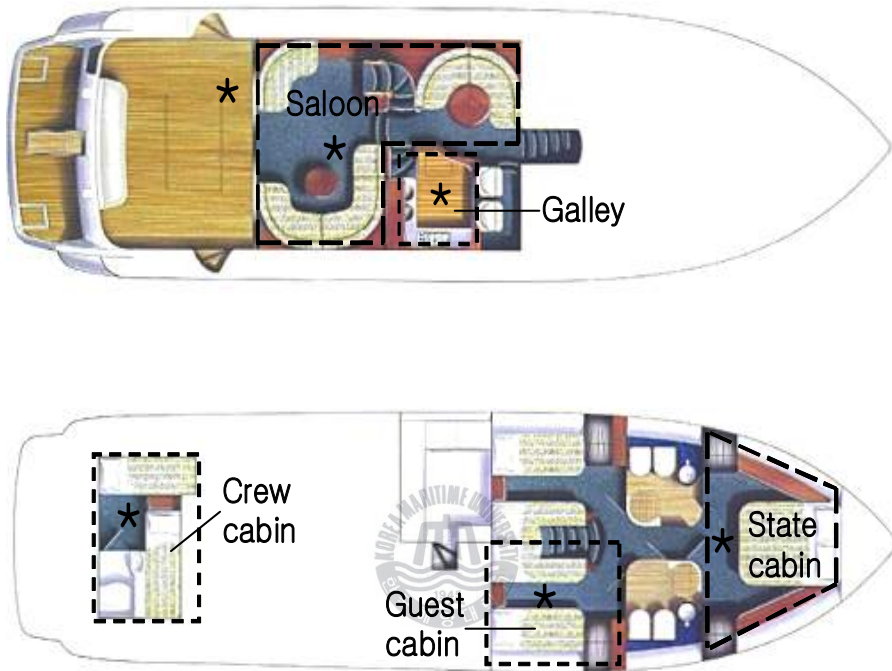


그림 4.2 측정대상 요트의 평면도와 측정지점

측정일시는 2008년 8월 6일 10시부터 17시까지의 7시간이며 오전은 요트가 정박된 상태였으며 오후에는 요트를 운항한 상태였다.

다음으로 측정 위치는 그림 4.2인 요트의 평면도에 나타낸 것과 같이 Saloon, State cabin, Crew cabin, Galley, Saloon 뒤 갑판과 2개의 Guest cabin 중 한 곳, 계 6지점에서 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 온도, 습도, 소음의 5개 항목을 측정하였다. 온도와 습도는 각 지점에서 5분 간격으로 연속 측정하였으며 일산화탄소, 이산화탄소, 소음(등가소음도)은 30~60분 간격으로 각 지점에서 이동 측정하였다. 다음은 측정 당일 각 측정지점에 기기를 설치해 둔 모습이다.



State Cabin (온습도)



Guest Cabin (온습도)



Saloon (온습도)



Guest Cabin(소음)



외기 (온습도)

그림 4.3 각 측정위치 별 기기 설치

4.2.2 측정 관련 기준

측정을 진행하기에 앞서 적절한 방법을 통해 보다 정확한 실측결과를 얻기 위해 측정 관련기준 및 시험방법을 찾아보았다. 그러나 앞서 2.4절 관련법규에서 언급했듯이 법이 여기저기 분산되어 있는데다 실내환경에 관한 내용은 거의 찾아볼 수가 없어서 한국선급에 문의를 했다. 이에 대한 답변을 토대로 정리한 선박의 실내환경에 관한 기준은 표 4.3과 같다.

표 4.3 선박의 실내환경 관련기준(선급 문의결과)

요 소	관 련 기 준
진동	ISO6354가 진동기준으로 선주-조선소 계약내용에 포함
소음	<ul style="list-style-type: none"> - 강판구조라 고체음이 잘 전달되는 특징 - 거주구가 소음원인 프로펠러나 기관실 근처에 있어 일반건축 물과는 매우 다른 소음 환경임 - 선원보호를 위한 소음규제치- 거주실(60dB)/기관실(75dB) - SOLAS Ch II-1/Reg.36과 선급 강선규칙 5편 1장 109 - 소음 허용기준은 주관청의 소음기준에 따르나 없는 경우에는 IMO Res. AS468(XII)를 참조
공기질	현재 강제 적용되는 기준은 특별히 없음
그 외 거주환경	<ul style="list-style-type: none"> - 선원의 전반적인 거주환경에 관해서는 ILO협약을 적용 - 거주실크기, 난방환기, 소음진동, 위생설비, 조명, 의료 등에 관한 내용 포함

진동 및 소음에 관해서는 어느 정도 정해진 사항이 있으나 실내공기질에 있어서는 현재 강제 적용되고 있는 기준은 없으며 그 외에 거주실 크기, 난방환기, 위생설비 등 선원의 전반적인 거주환경은 ILO협약을 적용한다고는 하지만 이 또한 수치화되어 있지는 않다. 그래서 본 논문에서는 일반 건축물의 유지기준 및 측정방법을 참고하여 연구를 진행하였다.

(1) 공기환경

공기환경 요소측정은 ‘실내공기질 공정시험방법’¹⁵⁾에 의거해서 진행하였다. 본 연구에서 측정해야하는 일산화탄소와 이산화탄소는 비분산 적외선 분석법으로 이 방법은 일산화탄소, 이산화탄소에 의한 적외선 흡수량 변화를 선택성 검출기로 측정, 실내공기 중에 포함되어 있는 기체의 농도를 측정하는 것이다.

15) 환경부고시 제2004-80호 pp. 120-130 제 5항, 제6항

표 4.4는 측정 기준 중 유의할 점을 몇 가지 추린 것이다.

표 4.4 공기환경 요소 측정 기준

항 목	내 용
측정 위치	① 측정위치는 실내공간 중 대표할 수 있는 장소를 선정한다. ② 습도가 높은 장소는 피해야 하며 또한 배기시설이나 환기시설 주위에서의 측정은 피하도록 한다.
측정 방법	교정이 끝난 측정기에 실내공기시료를 일정유량으로 도입하면서 측정을 한다. 필요에 따라 일정주기별로 측정치를 자동저장하여 그 평균값을 산출하도록 한다. 측정이 끝난 후 기억된 농도값을 출력하여 기록한다.
농도 산출	순간농도 : 검량선이 직선으로 표시될 경우에 농도는 기록지에서 직접 읽을 수 있으나 곡선인 경우에는 기록지를 읽어서 검량선을 이용하여 농도를 구함
	평균농도 : 어느 시간의 평균 농도는 어느 시간 내의 기록지상의 곡선하의 면적을 기록지의 이 동 거리(속도×시간)로 나누고 그 값을 얻어 기록지상의 읽은 평균치로부터 검량선에 의해 구한다.

(2) 음환경

음환경의 경우에는 ‘소음진동 공정시험 방법’¹⁶⁾에 의거하여 진행해나갔다. 측정의 일반적인 사항에 유의해 가면서 소음기록을 했다. 측정방법 및 유의사항은 다음의 표 4.5와 같다.

16) 환경부고시 2003-31 pp.10-13 환경기준의 측정방법 / p. 36 등가소음도 계산방법

표 4.5 음환경 요소 측정 기준

항 목	내 용
일반사항	<ul style="list-style-type: none"> - 소음계의 마이크로폰은 측정위치에 받침 장치를 설치하여 측정하는 것을 원칙으로 한다. - 소음계의 마이크로폰은 주소음원 방향으로 하여야 한다. - 풍속이 2 m/sec이상일 때에는 반드시 마이크로폰에 방풍망을 부착하여야 하며, 풍속이 5 m/sec를 초과할 때에는 측정하여서는 안된다. - 진동이 많은 장소 또는 전자장(대형 전기기계, 고압선 근처 등)의 영향을 받는 곳에서는 적절한 방지책(방진, 차폐 등)을 강구하여야 한다.
측정시간 및 지점	<p>낮시간대(06:00 ~ 22:00)에는 당해지역 소음을 대표할 수 있도록 측정지점 수를 충분히 결정하고, 각 측정지점에서 2시간이상 간격으로 4회이상 측정하여 산술평균한 값을 측정소음도로 한다.</p> <p>밤시간대(22:00 ~ 06:00)에는 낮시간대에 측정한 측정지점에서 2시간 간격으로 2회이상 측정하여 산술평균한 값을 측정소음도로 한다.</p>
측정값 분석	<p>디지털 소음자동분석계를 사용할 경우, 샘플주기를 1초 이내에서 결정하고 5분 이상 측정하여 자동 연산기록한 등기소음도를 그 지점의 측정소음도로 한다. 측정값은 소수점 첫째자리에서 반올림한다.</p>

추가적으로 음환경 요소 측정을 진행하면서 각 기기 자체의 소음이 어느 정도인지 가늠하기 위해서 암소음 보정¹⁷⁾이라는 것을 이용해보았다.

17) 소음진동 공정시험 방법 p.17 5.2 암소음 보정

4.3 평가 결과

4.3.1 온열 환경

측정일은 평균 외기온이 28.4℃, 상대습도가 65.5%인 맑은 날이었다. 에어컨은 표 4.6에 나타내는 것과 같이 11시 30분~12시 40분(정박시)과 14시 30분부터 실험 종료까지 두 차례 가동하였다. 다만 Crew cabin은 사람이 지내기에 너무 좁고, 엔진과 발전기 소음 등 사용 환경이 열악한 것과 실험대상 요트는 선상에서 1박 이상 하는 경우가 없기 때문에 창고로 활용하고 있어 에어컨은 실측 중 모두 Off상태였으므로 분석에서는 제외하였다.

표 4.6 에어컨의 운전 상황

시간(시)	10	11	12	13	14	15	16	17
에어컨 가동	off		on		off		on	
운항 상황	정박 시					운항 시		

그림 4.4~4.7은 시간 및 에어컨의 가동 상황별로 나누어 각 공간의 온습도 상황을 나타낸 것이며 그림 안의 다각형으로 그린 범위는 ASHRAE 55-92에 의한 쾌적 범위¹⁸⁾이다.

먼저 그림 4.4는 측정개시부터 11시 30분까지 에어컨을 가동하지 않은 상태(정박 중)에서의 온습도 측정결과이다. Saloon과 Galley의 기온은 외기온과 1℃정도의 차가 있었으나 State cabin과 Guest cabin의 기온은 외기온보다 3~5℃ 낮게 유지되고 있었으며 습도는 모든 실이 외기보다 높았으며 모든 실이 쾌적 범위를 벗어난 상태였다. 다음으로 그림 4.5는 그림 4.4에 뒤이어 에어컨을 가동한 경우(11시 30분~12시 40분, 정박 중)의 온습도 측정결과로 시간이 지남에 따라 각 실의 온도와 습도가 낮아지고 있다. 에어컨 가동 후 약 20분 정도에 Saloon, Galley, Guest cabin의 온습도가 쾌적 범위 안으로 들어 가지만 State Cabin의 경우는 20분 정도 경과 후에 쾌적 범위를 벗어나 과냉되고 있는 것을 볼 수 있다.

18) 이정재, 금종수, 도근영, 김상진, 김종민, 김환용, 이선영, 박희욱, 김재돌, 김용경 편역, 건축환경공학, 시그마프레스(주), p. 120 _ 미국 공조 냉동기술자 협회(ASHRAE) 지정

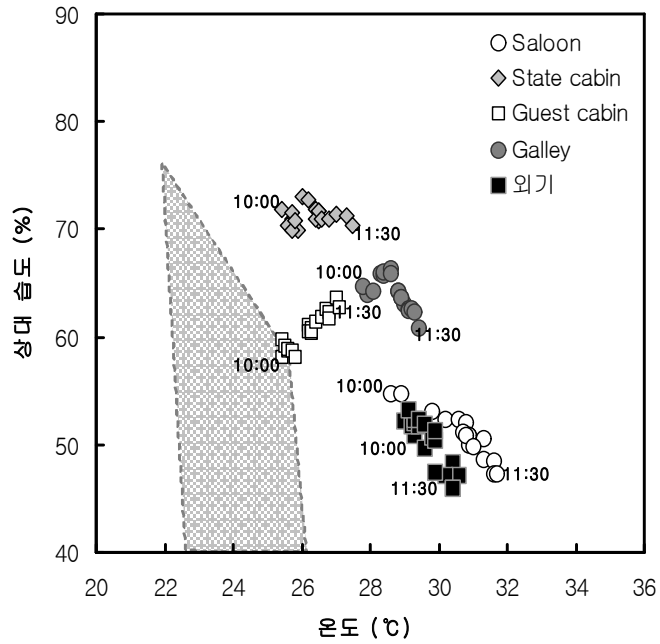


그림 4.4 온습도 분포 (정박 시 / 비가동 / 10: 00 - 11: 30)

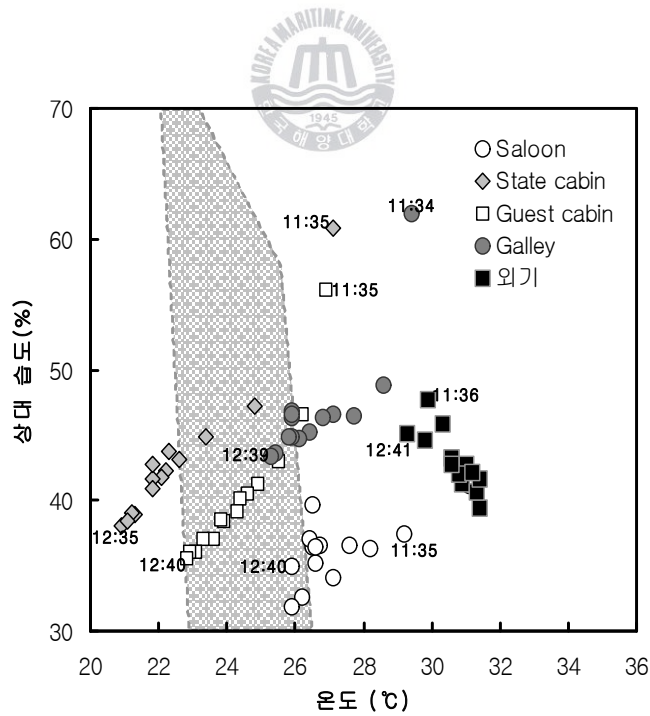


그림 4.5 온습도 분포 (정박 시 / 가동 / 11: 30 - 12: 40)

에어컨을 1시간 정도 가동한 후 에어컨을 정지한 상태(12시 40분~14시 30분, 정박 중)에서 각 실의 온습도를 측정한 결과가 그림 4.6이다. Saloon과 Galley는 상대습도의 변화는 거의 없이 기온이 상승하고 있으며 Saloon의 경우는 두 시간 동안에 외기온보다 약 3℃ 높은 31.5℃까지 상승하였다. 한편 State cabin과 Guest cabin은 온도 상승과 함께 상대습도도 10%정도 상승하고 있다. 이러한 상대습도의 상승은 공기유동에 의한 Saloon으로부터의 습기 유입이 원인이라 생각된다.

마지막으로 그림 4.7은 운항 시에 에어컨을 가동한 경우(14시 30분~17시)이며, 상대적으로 기온이 높았던 Saloon과 Galley는 에어컨 가동 후 30분정도에 쾌적 범위로 들어갔으나 State cabin은 에어컨 가동 후 얼마 되지 않아 쾌적 범위를 벗어나 과냉되기 시작했으며 Guest cabin도 1시간 30분 정도 경과한 시점에서 과냉되어 쾌적 범위를 벗어나고 있다.

이처럼 동일하게 냉방을 했을 때, 공간의 용적이나 창 의 크기와 위치 등에 따라 공간의 온습도는 달라지며 이에 따라 쾌적 혹은 불쾌감을 느끼게 된다. 따라서 State cabin과 Guest cabin과 같은 경우, 에어컨에서의 취출 공기 온도나 양을 각 실에서 적절하게 조절할 수 있도록 하여 실이 과냉되는 것을 방지할 수 있도록 해야 할 필요가 있다.

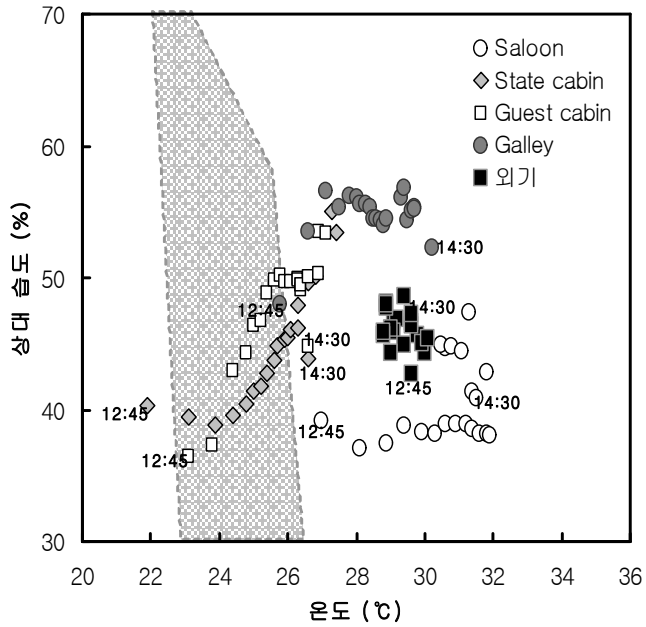


그림 4.6 온습도 분포 (정박 시/ 비가동 /12: 40 - 14: 30)

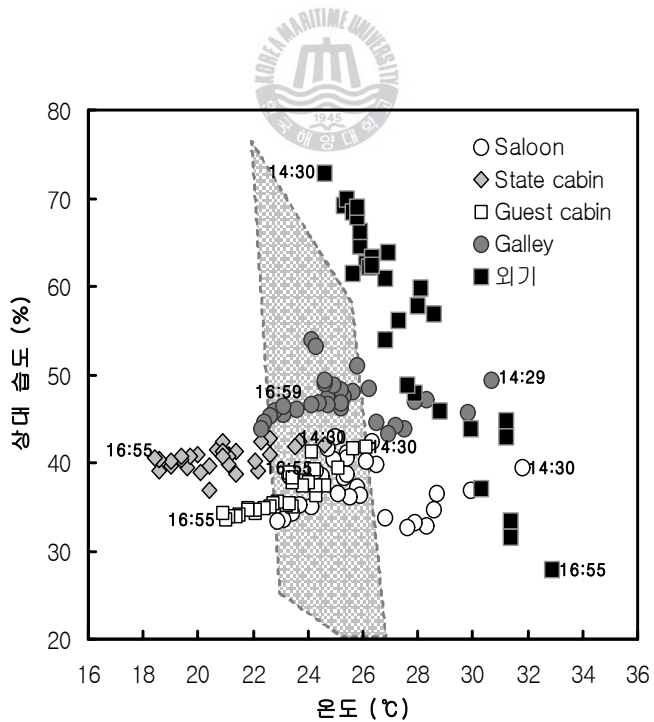


그림 4.7 온습도 분포 (운항 시/ 가동 /14: 30 - 17: 00)

4.3.2 공기 환경

요트는 엔진이 공간과 근접해 있기 때문에 배기가스와 같은 오염물질이 기류를 통해 유입될 가능성이 있다. 또한 폐쇄성이 높기 때문에 환기의 면에 있어서도 고려가 필요하다.

먼저 일산화탄소의 농도 측정결과를 표 4.7에 나타내었다. 정박 시에도 발전기를 가동하고 있었지만 실내에서는 일산화탄소가 전혀 감지되지 않았다. 한편 9knots로 운항하고 있을 때에도 실내에서 일산화탄소가 감지되지 않았으나 17knots와 20knots로 운항할 때에는 일산화탄소가 4.6ppm까지 감지되었다. 이는 Crew cabin에서의 소음과 일산화탄소를 측정하기 위해 실험원들이 Saloon의 문을 열고 선미갑판으로 나갈 때 열린 문을 통해 엔진의 배기가스가 실내로 유입되었기 때문으로 추정된다.

표 4.7 일산화탄소 농도 측정값

측정지점	정박시 (ppm)	운항시(ppm)				유지기준 (ppm)
		9 knots	17 knots	20 knots	Saloon Door open	
Saloon	0.0	0.0	4.6	0.0	7.0	10.0
State cabin	0.0	0.0	1.7	1.7	-	
Guest cabin	0.0	0.0	3.1	1.0	-	
Crew cabin	0.0	0.0	3.4	0.0	-	
Toilet	0.0	0.0	0.0	1.0	-	

참고로 Saloon과 선미갑판 사이의 문을 활짝 연 상태에서 Saloon에서 측정된 일산화탄소의 농도는 7ppm으로 유지기준인 10ppm¹⁹⁾에 가까운 값이었다.

따라서 Saloon의 문만 닫는다면 엔진 등의 배기가스가 실내로 유입되는 경우는 거의 없을 것이라 생각되며 안전을 위한 요트의 운항규정 면에서도 Saloon의 문을 닫은 상태에서 운항하도록 되어있다.

19) 환경부, 다중이용시설 등의 실내공기질관리법 시행규칙 제3조

다음은 이산화탄소의 농도측정결과로 그 값은 표 4.8과 같다.

정박 시에는 State cabin과 Toilet에서 이산화탄소의 농도가 유지기준인 1,000ppm²⁰⁾을 조금 초과하고 있으나 State cabin, Guest cabin, Crew cabin에서는 이산화탄소의 농도가 유지기준 이하로 나타났다. 한편, 운항을 시작한 후 30분 경과한 14시 30분에 측정된 이산화탄소 농도는 Toilet을 제외하면 모두 기준농도 이하였으나 1시간 정도 경과한 15시 10분경에는 모든 실의 이산화탄소 농도가 기준농도인 1,000ppm을 초과하였다.

정박 시의 경우에는 비교를 위해서 실험원 6인이 실내 사진촬영과 측정을 제외한 대부분의 시간을 실외에서 보냈고 그로인한 잦은 실내외 출입으로 문을 여닫는 횟수가 많았기 때문에 이산화탄소 농도가 그다지 상승하지 않았던 것으로 생각된다. 그러나 운항 시에는 요트를 운전할 전문가 2인이 추가로 승선하여 총 8인이 승선하고 있는 상태였으며 안전을 위해 실내에 머무는 시간이 많았던 관계로 이산화탄소의 농도가 큰 폭으로 상승하게 된 것으로 사료된다.

표 4.8 이산화탄소 농도 측정값

측정지점	정박시(ppm)			운항시(ppm)			유지기준 (ppm)
	10:00	10:30	11:30	14:30	15:10	15:40	
Saloon	541	636	625	595	1,309	720	1,000
State cabin	755	1,012	1,036	840	1,252	1,689	
Guest cabin	585	852	746	713	1,275	1,107	
Crew cabin	565	548	523	466	1,062	965	
Toilet	726	1140	1114	1023	1280	1720	

설령 그렇다하더라도 기준치를 웃도는 측정값이 대부분이었기 때문에 실내용적을 이용해 시간당 한사람에게서 발생하는 이산화탄소량을 계산식을 통해 산출해왔다. Saloon은 많은 사람이 자주 왕래하고, 오래 머무르는 공간으로 실내용적은 38m³

20) 환경부, 다중이용시설 등의 실내공기질관리법 시행규칙 제3조

정도로 실내에서 경 작업을 하는 한사람의 호흡에 의해 발생하는 이산화탄소량 $0.022\text{m}^3/\text{h}$ (인²¹)만으로도 환기가 되지 않는다면 시간당 약 570ppm이 증가하게 된다. 그러나 측정결과 값은 다수의 사람이 있었던 것에 비하면 이산화탄소 농도의 증가는 작은 폭이었으므로 어느 정도 환기(실내의 출입에 의한 것도 포함)가 되고 있다고는 할 수 있겠지만 기준농도 이하로 유지하기 위한 충분한 환기라고는 할 수 없다. 따라서 요트의 실내 공기오염을 방지하기 위해서는 환기방법 및 환기량에 대한 검토가 필요하다고 하겠다.

4.3.3 음 환경

정박 시의 소음측정 결과를 표 4.9에 나타낸다. 정박 중에 발전기와 에어컨을 가동하지 않은 상태에서의 소음치는 40dB이하였으며, Guest cabin과 Crew cabin에서의 소음 값이 나머지 실에 비해 조금 높은 것은 밸러스트 수 처리 과정에 배관에서 발생하는 소음의 영향이라고 사료된다.

한편, 발전기만을 가동한 상태에서의 소음은 Guest cabin을 제외하고 소음치가 모두 상승하였으며 특히 발전기가 설치된 기계실의 바로 위와 옆에 있는 Saloon과 Crew cabin은 소음의 증가치가 13dB, 21dB에 달하고 있다. 또, 발전기와 에어컨을 모두 가동한 상태에서는 두 기기를 가동하지 않은 상태에 비해 모든 실의 소음치가 10dB 이상 증가하였으며 발전기만 가동한 상태에 비해 Guest cabin은 11dB, 다른 실은 3~5dB 증가했다.

한국선급 측에서는 ‘선원보호 소음 규제치’²²⁾를 주거의 경우 60dB로 설정하고 있는데, 정박시에는 Crew cabin(발전기와 에어컨을 모두 가동한 상태)을 제외한 실의 소음치는 이 규제치를 넘지 않는다.

한편, 운항시(발전기와 에어컨 모두 가동한 상태)의 소음측정 결과는 표 4.10과 같으며 운항 속도의 증가에 따른 소음치의 증가는 5dB 이하였다. 그러나 모든 실의 소음치가 선원보호 소음 규제치를 넘고 있으며 특히 엔진이 있는 기계실의 상부와 바로 옆에 있는 Saloon과 Crew cabin의 소음치가 타실에 비해 매우 높게 나타나 소음대책의 필요성이 시급하다 할 수 있다.

21) 今井与藏 著, 윤혜림·여명석 공역, (그림으로 해석한) 건축 환경공학 p.130

22) ‘한국 선급’에 문의한 결과, 선박의 소음에 대한 보호규정은 SOLAS 및 선급에 언급되어 있다고 하지만 정확한 수치로 규정되어 있지 않아 본 연구에서는 ‘선원보호 소음 규제치’를 적용했음.

표 4.9 정박 시의 소음 측정값

발전기 가동유무	OFF	ON	ON	유지 기준 (dB)
에어컨 가동유무	OFF	OFF	ON	
측정지점	소음치(dB)			
Saloon	32	45	50	60
State cabin	31	39	42	
Guest cabin	37	37	48	
Crew cabin	38	59	62	
Toilet	35	41	46	

표 4.10 운항 시의 소음 측정값

측정지점	운항속도별 소음치(dB)			유지기준 (dB)
	9 knots	17 knots	20 knots	
Saloon	75	77	80	60
State cabin	66	71	73	
Guest cabin	66	67	-	
Crew cabin	86	90	-	
Toilet	-	-	-	

참고로 각각의 기기가 소음치에 어느 정도의 영향을 주는가를 보기위해 표 4.9와 표 4.10의 소음치를 토대로 암소음 보정²³⁾을 하여 각 기기의 소음치를 계산한 결과가 표 4.11이며 5개실의 평균이 발전기는 45.5dB, 에어컨은 47.5dB, 엔진은 73.3dB로 나타났으며 소음 대책을 강구함에 있어서 엔진 소음에 대한 대책이 가장 우선 되어야한다는 것을 알 수 있다.

23) 환경부, 소음 진동 공정시험 p 17_ 5.2장

표 4.11 각 기기별 소음치

측정지점	발전기 소음	에어컨 소음	엔진 소음
Saloon	45	48	75
State cabin	38	39	66
Guest cabin	-	48	66
Crew cabin	59	59	86
Toilet	40	44	-
평균	45.5	47.6	73.3



4.4 소결

본 장에서는 3장의 선행연구 분석을 통해 요트의 실내환경 특성은 어떠한 것이라고 가정해보았다. 이를 바탕으로 온열환경, 공기환경, 음환경 3가지 요소를 실측을 통해 알아본 요트의 실내환경 수준은 다음과 같다 할 수 있다.

첫째, 온열환경은 에어컨을 이용해 온습도를 제어한다고 볼 수 있는데 일괄적으로 냉방을 가동하고 제어하기 때문에 한 공간은 쾌적하지만 다른 한 공간은 쾌적하다가도 과냉되어 불쾌적으로 변하는 것을 알 수 있었다. 이를 개선하기 위해서는 공간별로 취출 공기온도나 양을 제어할 수 있도록 하는 방법이 필요하다.

둘째, 공기환경에서는 배기가스의 유입에 대한 우려는 안전을 위해서 요트 운항 시에는 Saloon의 문은 반드시 닫고 있어야 한다는 점에서 하지 않아도 될 것 같으나 이산화탄소는 농도측정값을 봐서 충분한 환기가 이뤄지고 있다고는 할 수 없는 상태이다. 따라서 요트의 실내 공기오염을 방지하기 위해서는 문을 통한 환기가 아닌 설비를 이용한 환기방법 및 환기량에 대한 검토가 필요하다.

셋째, 음환경에서는 정박 시에는 Crew cabin을 제외하고는 기준치를 넘지 않아 어느 정도 대화가 가능하다고 할 수 있는데 운항을 위해 엔진을 가동하게 되면 모든 실에서 유지기준 이상의 소음치가 나타나는 것을 알 수 있었다. 이는 암소음 보정을 통한 각 기기별 소음치(표 4.11)를 통해서도 엔진 소음에 대한 대책이 가장 시급함을 알 수 있다. 따라서 엔진룸은 소음 및 진동을 완화시키도록 방진설비 등과 같은 개선안이 필요하다.

제5장 결 론

본 연구는 슈퍼요트의 거주 성능에 있어 쾌적한 실내환경을 만들기 위한 개선 방향 제시가 그 목적이다. 이를 위해 본 연구는 요트의 전반적인 특성을 조사하였고, 선박의 실내환경 등에 관련된 선행연구 분석을 통해 요트의 실내환경 특성을 수정하였다. 이를 바탕으로 하여 파워요트의 온열환경, 공기환경, 음환경에 대해 측정을 실시하였으며 그 연구결과는 정리하면 다음과 같다.

- 1) 외부와 연결된 Saloon의 문을 닫을 경우 엔진연소에 의해 발생하는 일산화탄소 등 배기가스의 유입은 거의 없을 것으로 판단된다.
- 3) 요트 실내공간의 용적이 작아 재실자의 호흡만으로도 이산화탄소 농도가 큰 폭으로 증가할 수 있기 때문에 실내의 쾌적한 공기환경을 유지하기 위해서는 환기방법 및 환기량에 대한 검토가 필요하다.
- 4) 발전기, 엔진이 설치된 기계실과 가까운 Saloon과 Crew cabin의 소음치가 타 실에 비해 높으며 운항 시에는 모든 실 이 선원보호 소음 규제치인 60dB을 넘고 있어 소음 대책이 시급하다. 특히 엔진 소음이 73.3dB로 엔진 소음의 방지대책이 시급하다.
- 5) Saloon과 Galley는 에어컨을 가동하여 온습도를 제어함으로써 쾌적 상태를 유지할 수 있지만 State cabin과 Guest cabin은 에어컨 가동에 의해 과냉되어 쾌적 범위를 벗어나고 있어 에어컨에서 취출되는 공기의 온도나 양을 조절하여 과냉되는 것을 방지할 필요가 있다.

참 고 문 헌

단행본

- [1] 이정재, 금중수, 도근영, 김상진, 김종민, 김환용, 이선영, 박희욱, 김재돌, 김용경 편역, 건축환경공학, 시그마프레스 (주), p. 120
- [2] 今井与藏 著, 윤혜림·여명석 공역, (그림으로 해석한) 건축 환경공학, 성안당, p. 130

학술지 논문

- [1] 김만회(2006) ‘국내철도의 공조시스템 현황과 과제’, 대한설비공학회지 ‘설비저널’ v35 n06 pp. 4 - 5
- [2] 김동해, 주원호(2006) ‘선박 소음 예측 및 제어 대책’, 대한조선학회 특별논문집 pp. 7 - 14
- [3] 김재승(1998) ‘박용 디젤엔진의 소음특성 및 저감대책’, 한국소음진동공학회지 제8권 제3호 pp. 375 - 382
- [4] 도근영, 송화철(2003) ‘해상호텔의 공조설비에 관한 연구’, 한국생태환경 건축학회 추계학술발표대회논문집 통권 5호 pp. 159 - 165
- [5] 도근영, 이한석, 이윤규(2006) ‘선박의 실내공기환경 조사연구’, 한국생태 환경건축학회 학술발표대회논문집 제6권 제1호 pp. 47 - 52
- [6] 도근영, 이한석, 이윤규, 이형기(2007) ‘새로 건조된 선박의 실내공기환경 조사 연구’, 한국항해항만학회지 제31권 제5호 pp. 427 - 434
- [7] 신동걸, 이진욱, 이형기, 박윤철, 황광일(2007) ‘신조 운항실습선의 봄철 실내온열 환경 실측평가’, 한국마린엔지니어링 학회지 제31권 제8호 pp. 939 - 946
- [8] 신동걸, 이진욱, 이형기, 황광일(2008) ‘신조 운항실습선의 여름철 실내 온열환경 실측평가’, 한국마린엔지니어링 학회지 제32권 제2호 pp. 276 - 283
- [9] 유영훈(1999) ‘청력보호를 위한 선박 기관실 및 선실 소음의 조사(I)’, 한국동력기계공학회지 제3권 제3호 pp. 97 - 103

- [10] 이도경, 최수현, 김노성, 정성진(2000) ‘선박 Diesel Generator의 배기소음 특성, 방음대책 및 실선 적용사례’, 한국소음진동공학회 창립10주년기념 소음진동학술대회 논문집 제2000권 제2호 pp. 862 - 867
- [11] 이한석, 변량선, 정원조(2006) ‘슈퍼요트 외관디자인 특성에 관한 연구’, 한국생태환경건축학회 추계학술발표대회 논문집 제6권 제2호pp. 185 - 190
- [12] 이한석, 변량선(2007) ‘슈퍼요트의 공간배치와 실내 공간구획에 관한 연구’, 한국실내디자인학회 논문집 통권 65호 pp. 224 - 231
- [13] 장미숙, 고창두, 문일성, 이춘주, 김상현(2005) ‘선실의 온열환경을 고려한 선박의 냉난방 시스템 설계 기법’, 대한조선학회논문집 제42권 제4호 pp. 402 - 410
- [14] 조효제, 도근영, 김동일, 고창두, 김상현(2002) ‘연안 소형선박내의 공기오염 및 전자파에 기초한 선상근무 환경의 평가’, 한국항해항만학회지 제26권 25호 pp. 555 - 561
- [15] 황광일(2006), ‘선박 공조덕트의 특성분석에 관한 사례연구’, 한국 마린 엔지니어링학회지 제30권 제2호, pp. 211 - 217
- [16] 황광일, 이상우, 심재건, 박민강, 문태일(2007), ‘선박 선실 내의 실내공기 환경 실태조사에 관한 연구’, 한국 마린엔지니어링학회지 제31권 제4호 pp. 370 - 376

참고 및 인용

- [1] 국토해양부 ‘행복누리’ 블로그, <http://blog.daum.net/mltm2008/>
- [2] 네덜란드 조선소협회(NVSI), <http://www.vnsi.nl/companies/default.aspx>
- [3] 대한요트협회, <http://www.ksaf.org/>
- [4] 두산백과사전, <http://www.encyber.com>
- [5] 박초풍의 바다이야기, <http://www.myseastory.com/home/crui.htm>
- [6] 위키백과, <http://ko.wikipedia.org/>
- [7] 인터넷카페 ‘요트로 떠나는 세상’, <http://cafe.naver.com/speedyacht/424>
- [8] 인터넷카페 ‘송산그린시티’, <http://cafe.naver.com/ssgunbs/1587>
- [9] (주)파워마린, <http://www.powermarine.co.kr>
- [10] 해양전문 월간지 Sea&, <http://www.sean.ne.kr/>

[11] 한국 선급(2008) 선급 강선규칙 5편 1장 109 www.krs.co.kr

[12] 환경부(2000) 소음진동 공정시험방법, 환경부 고시 2000-31

[13] 환경부(2004) 실내공기질 공정시험방법, 환경부고시 2004-84

