creative commons

COMMONS DEED

저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 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

dCollection

[UCI]I804:24011-200000237409

2009年　2月

碩士學位論文

# Sail Cruiser의 개념설계

Concept Design of Sail Cruiser

朝鮮大學校 大學院

船 舶 海 洋 工 學 科

金　鉉　勳

# Sail Cruiser의 개념설계

Concept Design of Sail Cruiser

2009年 2月 25日

朝鮮大學校 大學院

船 舶 海 洋 工 學 科

金 鉉 勳

# Sail Cruiser의 개념설계

指導敎授　李　貴　珠

이 論文을 工學碩士學位 申請 論文으로 提出함.

2008年　10月

朝鮮大學校 大學院

船 舶 海 洋 工 學 科

金　鉉 勳

# 金鉉勳의 碩士學位 論文을 認准함

委員長　朝鮮大學校　敎授　　朴 濟 雄　印

委　員　朝鮮大學校　敎授　　李 貴 珠　印

委　員　朝鮮大學校　敎授 Igor Shugan 印

2008年　11月

朝鮮大學校 大學院

# 목 차

ABSTRACT

## 제 *1* 장 서 론

1.1 연구배경 ····· 1
1.2 연구목적 및 내용 ····· 2

## 제 *2* 장 크루즈 선박의 특성

2.1 크루즈 선박의 개념 ····· 3
2.2 크루즈 선박 규모 ····· 5
2.3 크루즈 선박의 구성 ····· 7

## 제 *3* 장 공간구성

3.1 공간계획 기본요소 ····· 9
3.2 적용법규특성 ····· 11
3.3 객실공간특성 ····· 15
3.4 승객수용능력과 승객공간비 ····· 15
3.3 공간계획 및 공간구성 ····· 19

## 제 *4* 장 *Sail Cruiser*의 개발

4.1 선형개발 ····· 22

4.2 수치해석방법 ····· 24
4.3 수치해석결과 ····· 30
4.4 Sail의 설계 ····· 41
4.5 일반배치도 ····· 48

## 제 5 장 결론

# 표 목 차

Table 1 크루즈 선박 규모의 분류 ····· 6
Table 2 크루즈 선박의 공간구성 ····· 8
Table 3 Dimensions ····· 22
Table 4 Resistance Coefficient ····· 39
Table 5 Sail형태에 따른 항력계수와 양력계수 ····· 45
Table 6 각 부분의 속도에 따른 thrust ····· 47
Table 7 속도에 따른 Total thrust ····· 47

# 그 림 목 차

Fig. 1 주수직구획(main vertical zone)과 격벽(bulkhead) ····· 10
Fig. 2 선체중심선과 갑판, 양주(center line, deck, pillar) ····· 10
Fig. 3 총톤수와 승객수 ····· 16
Fig. 4 기본 승객수와 승무원수 ····· 16
Fig. 5 승객공간비 ····· 17
Fig. 6 승객/승무원비 ····· 18
Fig. 7 아웃사이드 객실과 발코니형 객실의 증가 추세 ····· 19
Fig. 8 공간구성 ····· 21
Fig. 9 Body plan and Sectional Area Curve ····· 23
Fig. 10 Coordinate system ····· 25
Fig. 11 Wave pattern around a model ship for cruiser ····· 30
Fig. 12 Wave profile ····· 30
Fig. 13 pressure distribution ····· 31
Fig. 14 mesh around vessel (aft part) ····· 32
Fig. 15 mesh around vessel (aft part) ····· 32
Fig. 16 Axial velocity contours for cruiser ····· 34
Fig. 17 Velocity vectors for cruiser ····· 36
Fig. 18 Turbulence kinetic energy contours for cruiser ····· 38
Fig. 19 속도에 따른 유효마력 ····· 40
Fig. 20 Sail Type ····· 42
Fig. 21 G.A(General Arrangement) ····· 48

# ABSTRACT

## Concept Design of Sail Cruiser

Kim, Hyun-hun
Advisor : Prof. Lee, Kwi-joo, Ph.D.
Department of Naval Architecture
& Ocean Engineering,
Graduate School of Chosun University

In these days, by the influence of economic growth and of living conditions improvement, cruiser traveller is increasing rapidly. By the effect of this increasing demand, various types of cruiser is developing now.

In this study the concept design of western traditional type cruiser equipped with fuel saving sail which might devote to increase comfortability has been performed. Main particulars of design ship were determined by statistical values. And the hull form development has been carefully carried out considering the design points such as high service speed, severe criteria for stability, and complex design of appendages. This study has been performed optimization of hull form using CFD code about variation of fore, after hull form, bulbous bow, propeller height.

# 제 1 장 서 론

## 1.1 연구배경

1970년대부터 경제 성장에 따른 소득의 증가와 사회구조의 변화에 따른 자동화, 고속화, 여가화 등 1990년 이후 부부 동반, 가족 동반 여행이 급증하면서 이전의 패키지 여행이나 개별 여행에서 가족 여행의 추세로 변화하게 되어 크루즈 선박에도 많은 영향을 주었다. 새로운 마케팅 전략으로 젊은 세대의 고객도 새로운 시장으로 흡수할 수 있는 3~4일간의 크루즈 여행을 비롯해 7~14일간의 비교적 짧은 기간 위주의 상품을 출시하기 시작했다. 항공여행을 두려워하던 노년층과 여유롭고 안락한 관광을 즐기려는 신혼부부 등 최근 크루즈업계는 일반서민층을 위한 대중화와 부유층을 위한 고급화로 분류하여 승선항구까지 승객을 이동시키고 호텔의 기능, 선박의 기능, 리조트의 기능을 갖춤으로써 여행산업 중 가장 빠른 속도로 성장하고 있다. 이러한 여행 형태의 변화에 따라 크루즈 선박의 객실 공간 등 고급형 객실의 점유율이 점차 증가하였고 객실의 공간구성과 디자인에도 많은 변화를 가져왔다. 최근에는 가족 단위의 공간이 필요하면서부터 객실의 호화 실내 의장을 한 크루즈선들이 주목 받고 있다. 우리나라가 세계적인 조선국이라고 하지만 이것은 어디까지나 건조량으로 본 것이고, 건조 기술적인 면으로는 그렇다고 할 수 없다. 고도의 기술 집약산업으로 평가되는 크루즈 선박의 설계 및 건조기술 현황을 살펴보면 유럽이 단연 앞서고 있으며 현재 운항중인 크루즈 호화 선박의 대부분은 핀란드, 이태리, 프랑스, 독일 등 유럽에서 설계·건조되었고, 우리나라의 경우는 건조 실적이 전무한 실정이다.

2010년을 기점으로 중국 등 후발 조선 국가들이 우리나라 조선 산업의 많은 영역을 대체할 것이라는 예측 속에서 독자적인 크루즈 선박 건조 기술의 확보는 우리 조선 산업의 생존과 미래를 위한 중요한 과제이다. 본 논문에서는 크루즈선의 세계적인 추세를 알아보고, Cruiser에 Sail을 접목한 Sail Cruiser에 대한 개념 설계를 실시한 내용이 수록되었다.

## 1.2 연구목적 및 내용

크루즈선 분야는 부가가치가 가장 높은 선종 분야이지만, 아직 독자적인 기술이 부족하므로 앞으로 많은 개발 및 연구가 필요한 선박이다. 크루즈선은 대표적 해양레저 수단으로 활용되는 선박이므로 관련되는 해양레저, 요트, 모터보트 등의 분야에 대한 파급효과도 기대할 수 있다.

또한, 주 5일 근무제의 도입으로 인한 휴가일수의 확대, 전반적 생활수준의 향상, 여가를 즐기려는 라이프 스타일 등을 바탕으로 새로운 개념의 크루즈 선박 설계계획의 필요성과 당위성을 받아들여야 한다.

이에 본 논문에서는 수역 면적이 약 7000만$km^2$에 이르는 오세아니아를 목표항로로 하였으며, 크루즈선의 안락성, 편의시설, 고속의 기능을 바탕으로 바람을 이용한 Sail을 장착함으로서 기대되는 쾌적성, 연료절감, 유럽 전통형 디자인을 구사해 보았다. sail은 추진효율을 고려하여 설계해보았으며, 크루즈선의 선형은 유사 실적선을 토대로 Variation을 하였고, 각종 자료들을 토대로 하여 설계선의 선형을 결정하였다. 선체 주위 유동계산은 SHIPFLOW를 이용하여 계산하였다. 자유표면 계산은 포텐셜 유동(Potential flow)에서 패널(panel)방법을 적용하였으며, 이때 자유 표면은 비선형 조건이 사용되었다. 이 계산 결과를 바탕으로 경계층이론을 적용하여 점성 저항 성분 및 선체 표면에서의 유동 방향을 추정하였다. 경계층이론에 의하여 추정된 난류 특성치를 이용하여 선미부의 두꺼운 경계층에 대하여 수치해석을 수행하였다.

# 제 2 장 크루즈 선박의 특성

## 2.1 크루즈 선박의 개념

크루즈선은 여객선의 한 종류로, 미국상원에 보고된 'All American Act 2001'에 의하면 '승객들이 하루 밤 이상을 지낼 수 있는 침실을 포함하여, 유흥, 오락, 식사, 스포츠 등의 각종 위락설비를 갖추고 최고의 서비스를 제공하는 총톤수 2만톤 이상의 대양(大洋, Ocean) 여객선은 크루즈 선박이다.'라고 명시하고 있다.

따라서 이 법령을 다시 해석하면 총톤수가 2만 톤 미만이고 대양을 항해하지 않고 또 최고의 서비스를 제공하지 않으면 크루즈선이 될 수 없다는 뜻이 된다. 또 Merchant shipping Regulation에서는 200명이상의 승객을 태우며 이 승객들을 위한 거주, 식사, 휴식, 오락, 유흥 등의 모든 설비를 갖추고 하룻밤 이상을 항해 할 수 있는 여객선을 크루즈선이라고 정의하고 있다.

그러나 국제 크루즈선사 협회(CLIA, Cruise Line International Association)와 같은 직접적인 관련 단체에서는 100명 이상의 승객을 태울 수 있고 승객들에게 최고의 서비스가 포함된 거주, 유흥, 운동, 오락, 식사 등을 제공할 수 있는 여객선으로 대양을 하루 이상 항해할 수 있으며 Ferry선 영업을 하지 않는 배를 크루즈 선박이라고 정의하고 있다. 따라서 일반적으로 위의 국제 크루즈 선사 협회의 정의를 따르고 있는데 100명 이상의 승객들을 위하여 최고의 설비를 갖추고 최상의 서비스를 제공하며 대양을 하루 밤 이상 항해하기 위해서는 최소한 그 배의 크기가 총톤수 3,000~4,000톤 이상은 되어야 가능하다.

현재 유람선의 평균톤수는 24,000톤으로 추정되나 최근에는 선박의 대형화, 고급화가 진행되면서 평균톤수 역시 크게 늘어나고 있다.

이에 크루즈의 개념을 다음과 같이 기술할 수 있다.

첫째, 여행 또는 화물의 수송이 아닌 유람이 주목적이다.

둘째, 운항 기간이 수일 내지 수개월의 장시간 항해를 요구한다.

셋째, 운항 지역은 유적지 또는 관광자원이 풍부한 지역으로 한다.

넷째, 승객을 위한 편의 시설을 갖추고 높은 서비스를 제공한다.
다섯째, 부정기적인 운항을 한다.

(1) 선박 기능

선박기능의 주목적은 호텔부분을 목적지까지 안전하게 운반하는 것이며 이를 위해서는 추진장치, 에너지 발생장치, 연료와 물을 비롯한 폐기물의 저장장치 등이 필수적이다. 선박기능을 담당하는 장치들은 호텔기능에 필요한 전기공급, 공기조화, 냉・온수공급, 오수처리, 쓰레기처리 등도 함께 담당한다.

선박으로서 크루즈 선박의 특성을 살펴보면 비교적 짧은 항해기간에 한정된 항해구역을 이동하므로 빠른 속력을 요구하지는 않는다. 이에 따라 선박의 항해속도는 대부분 20~23노트 정도이고, 디젤-전기 추진시스템과 한 쌍의 프로펠러를 가지고 있다. 선체 형상의 특징으로는 길이/폭 비를 작게 하고 폭/흘수 비를 크게 하여 복원성을 좋게 한다. 또한 충분한 실내공간을 확보하기 위해 상자형(tissue box style) 외관을 가지며 선체의 운동을 감소시켜 승객의 쾌적함을 향상시키기 위해 감요 장치(fin stabilizers, anti-rolling tanks)를 설치한다. 크루즈 선박에서 선박기능을 수행하는 다양한 장치들은 선박의 가장 밑에 기관실과 그 주위에 집중하여 배치된다. 기관실 위치는 호텔공간계획에 큰 영향을 미치는데 일반선박에서 기관실은 선수와 선미의 중앙에 위치하지만 호화유람선의 경우에는 보통 선미에서 1/3지점에 위치한다. 기관실의 소음이나 진동으로부터 호텔공간을 보호하기 위해 이 두 공간은 방화벽, 수밀벽, 데크 등에 의해 철저히 구분된다.

(2) 호텔 기능

떠다니는 호텔로 불릴 정도로 크루즈 선박은 편의시설과 위락시설을 갖추고 높은 서비스를 제공한다. 특히 수백 개의 객실, 레스토랑, 카지노, 수영장, 라운지, 나이트클럽, 카바레 등은 물론 테니스코트, 선상골프코스, 세일즈 미팅룸 및 어린이 전용시설까지 갖추고 있다. 서구의 경우 1970년대 말까지는 고학력, 고소득, 전문가 중심의 노년층 부부에게 선호되었으나, 1980년대 이후 특정 기호 대상 층의 구분이 불명확해지면서 선박 내에서 특정 테마를 갖고 음악회, 세미나, 패션쇼, 미술 전시회 등의 행사와 함께 하는 유람선 여행으로도 발전하고 있다. 따라서 여행 목적지, 여행기간, 선실 등급에 따른 가격,

선내 음식, 오락 프로그램, 교양활동 및 크루즈 테마 등 다양화되는 여행상품으로 크루즈 여행의 개념이 변하고 있으며 여객이 사용하는 거주구역의 구성요소도 차별화되고 있다.

크루즈 선박의 설계에서는 선박기능과 호텔기능을 모두 수용할 수 있도록 다양한 공간을 계획해야 한다. 일반적인 선박설계에서는 어느 정도 표준화된 선박기능의 하부 공간구조를 결정하고 초기 선형을 도출한 후 여기에 상부공간을 맞추게 된다. 그러나 크루즈 선박은 운항노선, 승객규모, 운항속도, 호텔등급 등 선박의 임무(mission)를 먼저 정하고 이에 따른 호텔기능 및 선박기능을 결정한 후에 선박의 용적(총톤수)을 정한다. 이 총톤수에 따라 호텔공간의 규모가 결정되는 데 이 때 중요한 것은 승객들이 사용하게 될 공간면적이다. 가능한 넓은 면적을 얻기 위해서는 데크의 수를 늘여야 하며 이때 반드시 선박의 무게중심과 복원성을 고려해야 한다. 선박의 복원성에 영향을 주는 공간적 요소는 선체 폭이며 대개 파나막스 급 선박의 폭(32.2m)으로 제한된다. 그러나 최근 초대형 크루즈 선박은 많은 공간의 요구와 선박의 높은 복원성을 위해 이 제한조건을 초과하고 있다.

## 2.2 크루즈 선박 규모

크루즈 선박의 규모는 용적량을 나타내는 총 톤수(Gross Tonnage)와 한 객실을 2개의 침대, 즉 2인을 기준으로 승선 할 수 있는 기본 승객 수(passenger capacity, basis2)가 있다. 기본 승객 수는 한 객실을 2개의 침대 즉 2인을 기준으로 산정한 것과 싱글 객실 포함한 것이며 최대 승객 수(all berths)는 침대와 2층 침대 등을 모두 포함한 것을 말한다.

일반적으로 크루즈 선박의 대 · 중 · 소형 분류 기준은 다음과 같다.

- 대형 : 총 톤수 50,000 ~ 150,000톤 또는 승객 1,000명 이상
- 중형 : 총 톤수 20,000 ~ 50,000톤 또는 승객 500 ~ 1,000명 이상
- 소형 : 총 톤수 2,000 ~ 20,000톤 또는 승객 500명 이하

대형 크루즈의 경우 전체의 80%가 7만 톤급이거나 미만이고 8만~9만 톤급

이 10%, 10만 톤 이상의 크루즈가 10% 정도이다. 90년대 초반에서 중반까지는 7만 톤급이 최대 규모이었으나, 중반 이후로는 8, 9만 톤급으로 규모가 확대되었으며, 최근에는 10만 톤급 이상의 초대형 크루즈 선박이 출현하고 있다. 이렇게 대형 크루즈 선박의 규모가 세 가지로 구분되는 것은 파나마(Panama) 운하의 수문 설비 제한 때문이다.

기존의 전형적인 7만 톤급 크루즈 선박은 파나마(Panama) 운하수문을 통과할 수 있는 규모로 파나막스-크루저(Panamax-Cruiser)이라 불리운다. 이후 슈퍼 파나막스-버젼(Super Panamax-Version)과 포스트 파나막스-버젼(Post Panamax-Version)으로 규모가 확대된 크루즈 선박이 건조되었다.

위의 내용은 다음과 같이 정리할 수 있다.

Table1 크루즈 선박 규모의 분류

| 분류 | 총톤수 | 비고 |
|---|---|---|
| 파나막스-크루저 (Panamax-Cruiser) | 70,000 톤 급까지 | -기존의 크루즈 선박<br>-파나마(Panama)운하 통과<br>-수문 설비의 제한 규모 치수<br>최대 전장 : 294M,<br>최대 전폭 : 32.3M,<br>수면에서의 최대 높이 : 58M |
| 슈퍼 파나막스-버젼 (Super Panamax -Version) | 80,000~90,000톤 급 | -선체의 선폭은 32.3M이하이나 상부 갑판 층(upper deck)을 확대 건조한 경우 |
| 포스트 파나막스 버전 (Post panamax -Version) | 100,000톤 급이상 | -파나마(Panama)운하 통과 못함.<br>-미국 서해안 운항 |

## 2.3 크루즈 선박의 구성

크루즈 선박의 거주구역은 크게 승객거주구역과 승무원거주구역으로 나뉜다. 승객거주구역은 공공구역과 개인구역으로 구성되며 서비스구역은 배의 운항이나 관리, 승객서비스를 위한 제반 시설 즉 조리, 기계실 부분으로 구성된다.

승무원거주구역은 개인구역과 공공구역으로 나뉘고 개인구역은 숙박시설로서 고급사관의 거주구역과 승무원 거주구역으로 구성되고 공공구역은 일반 선원들의 서비스시설과 제반 시설로 이루어져 있다.

승객개인공간은 승객들이 수면, 휴식, 탈의 세면 등을 할 수 있는 개인선실을 의미한다. 크루즈 선박마다 각실에 대한 차이점은 있으나 일반적으로 일반객실과 고급객실인 슈트룸으로 구성된다. 슈트룸에는 디럭스슈트룸(혹은 페트하우스 슈트라고도 함)와 슈트룸 혹은 주니어슈트로 구성되고 일반객실은 승객거주구역내 외부에 면한 창이 있는 외부객실과 창이 없는 내부객실로 구성된다. 승객거주구역내 공공구역은 크게 요식부분(정식당, 레스토랑, 바)과 레포츠부분(스포츠시설, 사우나, 헬스, 맛사지, 뷰티사롱), 사교, 오락부분(카지노, 게임룸, 극장, 오락, 디스코텍), 문화시설(갤러리, 도서관, 회의실), 판매부분(대기실, 복도, 계단실, 화장실)으로 구성된다.

서비스구역은 선박의 운항 및 조정을 위한 조타실(bridge house)과 기관제어실(engine control room)과 무선실(radio room), 선내방송실(TV & radio station), 선내 신문사 및 인쇄소, 사무실, 주방, 냉동식품창고, 의무실 등의 공간으로 구성된다.

승무원의 거주구역은 선실, 식당, 휴게실, 운동실 등으로 구성되고 이 중에서 일반 승무원의 거주구역은 통상 승객거주구역의 하부갑판에 독립적으로 구성되며 고급사관의 거주구역은 상부갑판에서 가장 전망이 좋은 위치에 최상급으로 구성된다.

Table2. 크루즈 선박의 공간구성

| 구 역 분 류 | | 부분분류 | 주 요 실 |
|---|---|---|---|
| 승객거주 구역 | 공공구역 | 요식부분 | · 정식당, 레스토랑, 뷔페, 그릴, 까페 |
| | | 레포츠부분 | · 스포츠시설(골프, 테니스 등)<br>· 풀, 스파, 어린이풀<br>· 에어로빅, 사우나, 헬스, 마사지 |
| | | 사교, 오락 | · 카지노, 게임룸, 카드룸, 당구, 극장<br>· 쇼라운지, 댄스클럽, 교제실, 흡연실 |
| | | 문화시설 | · 갤러리, 도서관, 종교집회실, 회의실 |
| | | 판매부분 | · 쇼핑몰(잡화, 보석, 향수, 사진실) |
| | | 공용부분 | · 로비, 홀, 대기실, 승객전용 화장실, 복도, 계단실 |
| | 개인구역 | 객실부분 | · 슈트룸(펜트하우스, 디럭스, 주니어 등)<br>· 객실(아웃사이드, 베란다, 인사이드) |
| | | | · 선주 거주실, 선장 거주실, 선실 |
| 승무원 거주구역 | 공공구역 | 공공부분 | · 오피스, 식당, 라운지, 휴게실<br>· 선원TV룸, 승무원식당, 승무원라운지<br>· 선원휴게실, 선원스포츠시설 등 |
| | | 공용부분 | · 승무원전용 계단실, 복도 등 |
| 서비스구역 | | 항해부분 | · 조타실, 해도실, 무선실 |
| | | 관리부분 | · 프런트오피스, 안내데스크, 오피서룸<br>· 선내방송실, 인쇄소, 세탁소, 건조실, 서비스 스테이션, 병원 |
| | | 조리부분 | · 요리장실, 배선실, 주방, 식기실, 냉동 |
| | | 기계실부분 | · 기관실, 공조실, 보일러, 엔진룸, 발전실, 펌프실, 쓰레기처리시설, 탱크 등 |

# 제 3 장 공간구성

## 3.1 공간계획 기본요소

크루즈 선박 공간계획에 있어서 기준이 되는 것은 선수미(船首尾)방향, 선체 중심선(center line), 양주(pillar), 그리고 주수직구획에 의한 격벽으로서 구역 배치 및 실내공간 계획시 우선 고려해야할 기본 요소이다.

(1) 선수(船首)와 선미(船尾)의 방향

육상 건물에서 방위는 공간계획의 중요한 기준이 되지만, 선박의 공간 획에서 방위는 무의미하며 방향의 기준이 되는 것은 Fig. 1과 같이 선박의 선수(船首)와 선미(船尾)이다. 선수에서 선미까지의 길이가 250미터 되는 대형 크루즈 선박 선체 폭은 30미터 정도이며, 미니 크루즈 선박인 경우 길이가 약 100미터, 폭은 15미터이다. 이렇듯 선체의 길이에 비해 선체 폭이 짧으므로 공간계획에 있어서 일반적으로 선수미 방향을 기준으로 하여 수평선상으로 주동선이 이루어지며, 해상 규칙에서도 계단 및 탈출 수단으로 포함된 출입구와 복도는 선수미 방향으로 정렬시키도록 규정하고 있다. 선수에는 전방의 시야 확보를 위해 조타실(wheel house)이 위치하며 실내의 가구배치에도 배의 진행 방향인 선수미의 방향을 염두해야 한다. 또한 선박이 항해할 때는 선수가 선미보다 높음도 고려해야 한다. 예를 들어, 침대의 머리 방향은 선미보다 선수, 선측 쪽이 적절하다.

(2) 선체 중심선(center line)과 양주(梁柱, pillar)

크루즈 선박 갑판 평면도는 Fig. 1, Fig. 2와 같이 선체중심선이 표시되며 선미에서 선수 방향으로 프레임 번호를 붙인다. 선체중심선의 프레임 번호는 위치 표기 뿐 아니라, 주수직구역과 수밀격벽의 배치 및 각 실 공간계획의 기준점이 된다. Fig. 2에서와 같이 갑판 선박의 양주(pillar)는 육상건물의 기둥 역할을 하는 것으로, 갑판 간에 설치되어 보를 지지함으로서 갑판 위의 하중을 지지한다. 또한, 갑판과 선저를 동일 수직선상에 연결하여 선체의 횡단면 형상을 유지하며 강성을 주어 진동을 방지하는 역할을 한다. Fig. 2의 오른쪽 그림은 원형 단면 봉의 형태이며, 양주 지름은 상부 갑판으로 갈수록

적어진다. 선체 중심선을 기준으로 좌우 대칭으로 양주가 배치되기 때문에 동선 및 공간 계획에 있어서 유의하여야 하며, 접촉에 의한 안전사고 및 디자인을 고려한 디테일과 마감재가 요구된다.

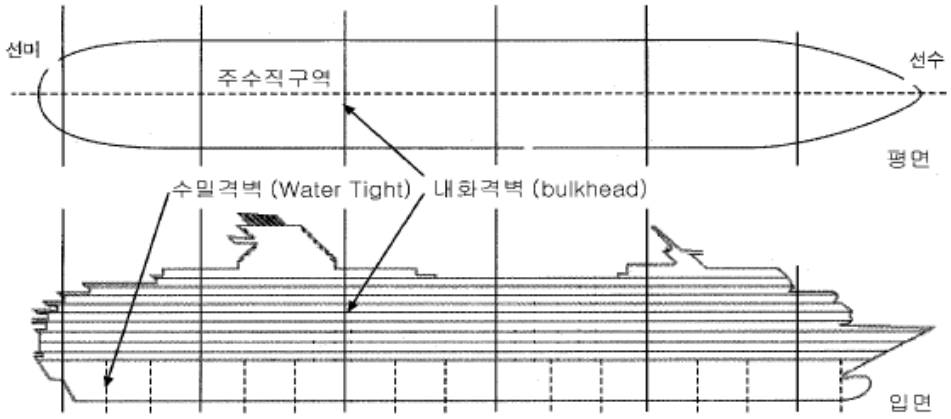



Fig. 1 주수직구획(main vertical zone)과 격벽(bulkhead)

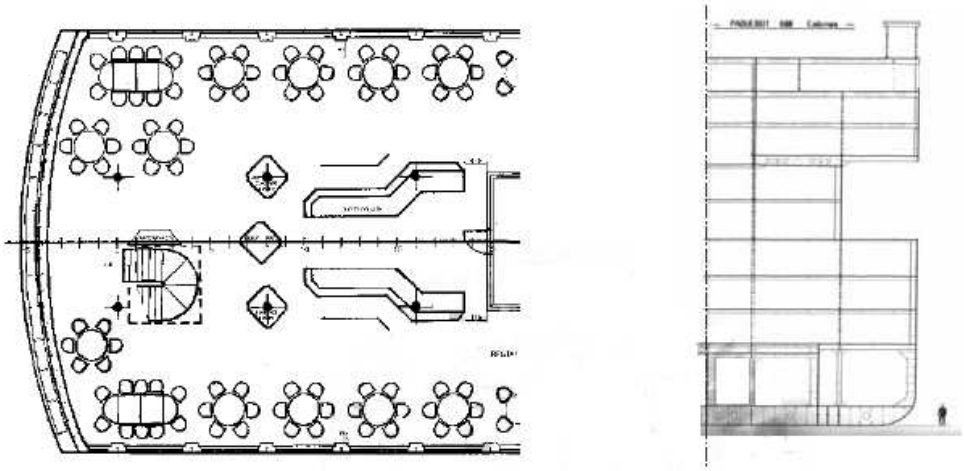


Fig. 2 선체중심선과 갑판, 양주(center line, deck, pillar)

(3) 주 수직구획(main vertical zone)

크루즈 공간 계획에서 염두 해두어야 할 것은 주 수직구획과 격벽(bulkhead)에 의한 명확한 조닝(zoning)체계이다. 방화 구조로서 주 수직구획

의 경계를 형성하는 내화 격벽과 선내의 침수나 화재를 국부적으로 제한하기 위한 수밀(Water tight)격벽은 Fig. 6과 같이 공간을 수직, 수평적으로 공간을 분할하는 요소이다. 해상 규칙에 의하면 선체를 40m 이하의 간격으로 분할하여 구역을 나누어 그 경계에 격벽을 설치해야 한다. 이는 내화 격벽으로 이루어진 한정된 주 수직구획 안에서 사용 목적과 용도에 맞게 각 실이 배치되어야 하며, 특히 넓은 공실의 공간 계획 시 주 수직구획의 분할을 고려해야 한다. 상갑판 층의 주 수직구획의 격벽과 격벽 갑판 바로 아래에 위치한 수밀 격벽은 가능한 한 수직적으로 동일 선상에 위치하기 위하여 주 수직구역의 길이 및 폭을 48m까지 연장할 수 있다. 다만, 이 연장은 주 수직구획으로 구분된 총면적이 어느 갑판에서든지 1,600$m^2$이하일 경우에 한한다.

(4) 갑판(deck)

대형선일 경우 갑판 층수는 10층 이상이며, 갑판에는 갑판의 용도 및 특징에 따라 명칭이 붙여지는데, 선박마다 조금씩 다르다. 일반적으로 제일 위 갑판부터 스타이덱(sky deck), 선덱(sun deck), 스파덱(spa deck), 리도덱(lido deck), 베란다덱(verndah deck), 어퍼덱(upper deck), 프라머네이드덱(promenade deck), 로비덱(lobby deck), 메인덱(main deck), 기관 구역이 위치한 덱(deck), 탱크탑(tank tap)이 갑판의 순서이다. 또한, 간편하게 위쪽부터 No 1. deck, No 2. deck 순으로 부르는 경우도 있다. 입 출항시 승객의 주출입구와 입국심사 장소가 있는 메인덱(main deck)을 구심점으로 수직, 수평의 공간 배치가 이루어진다.

## 3.2 적용법규특성

(1) 국제해상 법규 및 규칙에 의한 검사이행

선박은 장시간 승객과 화물을 싣고 항해하므로 선체구조, 기관 및 선체, 기관, 전기 의장에 이르기까지 엄격한 검사를 거쳐 안정성이 확인된 후에야 항해할 수 있는 허가가 난다. 허가를 얻기 위해서는 반드시 하나이상의 선급협회에 입급(入級)되어야 하고, 그 선급협회의 규칙에 맞게 설계되고 건조되면서 검사를 이행하여야 한다. 선박은 등록되는 국적에 따라 그 나라의 국내법

의 적용을 받고, 또 입급하려는 선급협회의 규칙을 만족해야 할 뿐만 아니라 그 배의 항로 위의 특정수로에서 적용되는 특수규측도 따라야 한다. 선진 해운국으로 분류되는 나라마다 각국의 국내법규를 두고 있는 선급협회가 있고 이들을 국제간에 조정하기 위해서 정부간해사협의기구(Intergovernmental Maritime Consultative Organization ; IMCO)가 있다. 이 기구에서는 선급협회 규칙과는 별도로 충돌예방, 구획, 구명장치, 소화장치, 방화구조, 해난구조 등 직접 인명과 배의 안전에 관계되는 주요 사항을 다루고 있으며, 세계적으로 규제해야 하거나, 통일되어야 할 사항들을 국제조약의 형식으로 합의하여 가맹국간에 시행하게 하고 있다. 또한 선박 설계에 직접 관계되는 국제조약으로는 안전설비를 주목적으로 하는 해상인명안전국제협약(International Convenion for the Safty of Life at Sea ; SOLAS)과 규정된 건현(乾舷)확보를 목적으로 하는 구제만재수선조약(International Convention on Load Line)이 있다. 그리고 해상 대형사고이후 방화와 안전규칙이 최근에도 계속 강화, 개정되고 있으므로 국제 개정 규칙에 신속히 대응하여 설계에 만전을 기해야 할 것이다.

(2) 거주구 방화 구조의 국제규칙

방화 구조는 화재가 발생한 경우 연소방지와 안전탈출로의 확보를 위한 것이다.

① 방화구획

선박은 방화구획 A, B, C급으로 나누어진다. A급 구획의 갑판과 격벽은 강재나 이와 동등한 재질(적절한 발열을 시공한 알루미늄)로 제조되어 적절히 보강되어진 구조이어야 하며, 1시간의 표준화재시험이 종료될 때까지 연기 및 화지의 통과를 방지할 수 있어야 한다. 또한, 승인된 불연재재료로 방열될 수 있도록 시공되어야 한다. B급 구획의 갑판, 격벽, 천장 및 내장판은 가연성 단판을 제외하고는 승인된 불연성 재료를 사용해야 하며 적절한 발열치를 보유해야 한다. 또한, 30분의 표준화재시험이 종료될 때까지 화염의 통과를 방지할 수 있어야 한다. C급 구획이라 함은 승인된 불연성재료로 건조되어야 한다. 이 구획은 연기 및 화염통과에 관한 요건과 온도 상승에 관한 요건에 적합하지 않아도 된다.

② 방화구조의 규칙

해상인명안전국제협약(SOLAS)에는 선박의 종류에 따라 방화구조의 규칙을 명시하고 있다. 여기서는 국제 항해선인 여객선에 대한 요구사항들 중 실내 설계에 관련된 규칙을 정리하였다.

1. 36인을 넘는 여객을 운송하는 여객선에서는 선체, 선루 및 갑판실을 A-60급 구획에 의하여 주수직구역으로 구획되어야 한다. 계단부 및 굴절부는 그 수를 최소한으로 유지하여야 하며, 계단부 및 굴절부가 필요한 경우에는 A-60급 구획으로 하여야 한다. (제2-2장 규칙24.2.2)

- 주수직구역으로 나누어진 격벽을 내화 격벽이나 갑판으로 구획지어서 화재가 다른 구역으로 확산되는 것을 방지하는 목적을 가진 규칙이다.

2. 36인을 넘는 여객을 운송하는 여객선에서는 거주구역 및 업무구역내의 A급 구획으로 하지 않아도 되는 격벽은 B급 또는 C급구획으로 하여야 한다. (제2-2장 규칙25.1.1)

- 거주구역과 업무구역은 여객이 사용하는 곳으로 방화 대책에 만전을 기해야 한다. 방화 대책으로는 A급 칸막이로 둘러쌓인 구획을 다시 칸막음할 때 B급 칸막이를 사용하는 제 1보호방식이 있으며, A급 칸막이로 둘러쌓인 구획을 다시 칸막음 할 때 B급 칸막이를 사용하지 않고 화재발생이 예상되는 모든 장소에 자동살수(sprinkler)장치를 설치하는 제 2보호방식이 있다. 그리고 앞에서 기술한 두 방식의 절충안으로서 A급 칸막이로 둘러 쌓인 구획을 다시 칸막음 할 때 구획의 크기와 성질에 따라서 B급 칸막이를 사용하고, 그 외에는 장소에 따라 자동경보장치를 비치하며 가연성 재료의 사용을 제한하는 제 3보호방식이 있다.

3. 이 층 이상의 갑판을 통과하는 계단, 에레베이터 및 에스컬레이터는 A급인 내화벽으로 둘러쌈과 동시에 강재 골조로 해야 한다.(제2-2장 규칙29.1)

- 계단, 에레베이터 및 에스컬레이터를 통하여 화재가 다른 구역으로 확산되는 것을 막기 위한 규칙이다.

4. 주수직구역격벽 및 계단실의 문은 방화벽이어야하고 자동폐쇄형이어야한다. 모든 문은 중앙제어소에서 동시 또는 그룹별로 원격 자동 폐쇄될 수 있

어야 한다.(제2-2장 규칙30.4)

5. 모든 각 실의 문과 창 및 문틀, 창틀까지도 부착되는 격벽과 동일한 내화성을 가져야 한다.

6. 1개의 통로, 로비 또는 1개의 통로의 일부분으로부터 1개의 탈출로만이 설치되는 것은 금지된다.(제2-2장 규칙28.4)

7. 90명을 초과하는 인원용의 모든 계단은 선수미방향으로 정렬 시켜야한다. 계단폭은 900mm이상이어야 하고 양쪽에 난간을 설치해야 하며, 90명을 넘을 경우 1인당 1mm씩 증가되어야 한다.(제2-2장 규칙28.5.1,5.2)

8. 여객선에서 화물구역, 우편물실, 수화물실, 사우나 또는 업무구역내의 냉동구획실을 제외하고 모든 내장판, 바닥, 통풍정지판 및 천정판자는 불연성재료이어야 한다. 실용 또는 장식목적으로 어떠한 장소를 구획하기 위하여 사용하는 부분격벽 또는 부분갑판도 또한 불연성재료이어야 한다.(제2-2장 규칙5 3.1,2.1)

9. 여객선의 계단 폐위구역에 있는 가구
계단 폐위구역의 가구는 좌석에 한해야 한다. 좌석은 고정되고, 각 계단 폐위구역내의 각 갑판상에 6개로 고정되어야 하고, 화재시험절차 코우드에 따라 결정된 화재위험성이 낮은 것이어야 하며, 여객의 탈출로를 제한해서는 안된다. 좌석이 고정되고, 불연성이고 여객의 탈출로를 제한하지 않는 것이면 주관청은 계단 폐위구역내의 탈출로를 형성하는 여객 및 선원용 통로에 가구는 허용되지 아니한다. 위에 추가하여, 규칙에서 요구하는 비독성 안정장비의 저장을 위한 불연성 재료로 제작된 로커의 설치는 허용될 수 있다. 음료수대 및 음료용 제빙기가 고정되어 있으며 탈출로의 폭을 제한하지 않은 경우에는 허용될 수 있다. 이것은 통로나 계단의 장식용 꽃 또는 식물의 배치, 동상 또는 그림 및 벽걸이 융단과 같은 다른 예술품에도 적용한다.(제2-2장 규칙6 3.3)

## 3.3 객실공간특성

객실은 글자 그대로 손님을 위한 방이다. 크루즈 선박의 객실은 일반적 호텔객실과 크게 다르지 않은 의미로서 식음료, 연회, 집회, 문화, 레져, 스포츠, 쇼핑, 오락 및 비즈니스 등의 기능과 고급의 인적서비스 기능을 갖춘 사업체가 고객에게 편안한 휴식과 조용하고 안락한 잠자리 장소를 제공하는 거대한 부유물속의 일부라고 할 수 있다.

객실(cabin)은 선박 가장 밑부분에 위치한 기계실의 소음과 진동으로부터 보호되고 공용공간과의 관계를 고려하여 계획된다. 객실에는 다양한 등급이 있으며 등급에 따라 공간크기와 구성이 제각기 다르다, 일반객실의 경우 공간크기와 구성을 표준화하여 시스템화된 모듈로서 제작되고 있다. 객실등급은 크게 고급형, 중급형, 저급형으로 구분할 수 있으며 고급형은 슈트룸으로 구성되고 저가형은 표준객실로 구성되어 있다.

일반적으로 외부객실의 수는 전체 객실수의 60-80%를 차지하며 고급객실일수록 상부데크에 배치되고 전용발코니를 갖는다. 객실의 규모는 2명 혹은 4명을 단위로 결정되며, 일반객실의 경우 2인용실은 20$m^2$ 정도, 슈트룸인 경우에는 보통 25m이상 100m 가 넘는 것까지 다양하다. 객실에서 공간의 질은 실의 크기와 함께 실의 위치에 의해 결정된다. 즉 바다로 향한 창문이 있는 외부객실은 내부객실과 비교하여 실내환경의 쾌적함과 승객의 선호도가 매우 높다. 최근 건조된 크루즈 선박에서 가장 두드러진 특징 하나가 외부객실에 전용발코니를 설치하는 것이다. 기존의 크루즈 선박에서도 고급객실에는 일부 전용 발코니가 있었으나 최근 크루즈 선박에서는 가능한 한 많은 외부객실에 발코니를 설치하려고 하고 있다.

## 3.4 승객수용능력과 승객공간비

(1) 승객수와 승무원수 비

크루즈 선박의 규모를 나타내주는 기본승객수는 Fig.3과 같이 총톤수(GT)와 관계가 있으며, 승무원 수와 함께 공간계획의 중요한 지표가 된다. Fig.4는 총톤수와 승객 수 증가에 비례한 승무원 수를 나타내고 있다. 전체적으로 2

: 1의 승객과 승무원 수 비율이 나타나고 있으나, 10만 톤급 이상에서는 2.3~2.6 : 1의 비율을 보이고 있다. 또한 Fig. 6과 같이 1.5~2.5의 비율을

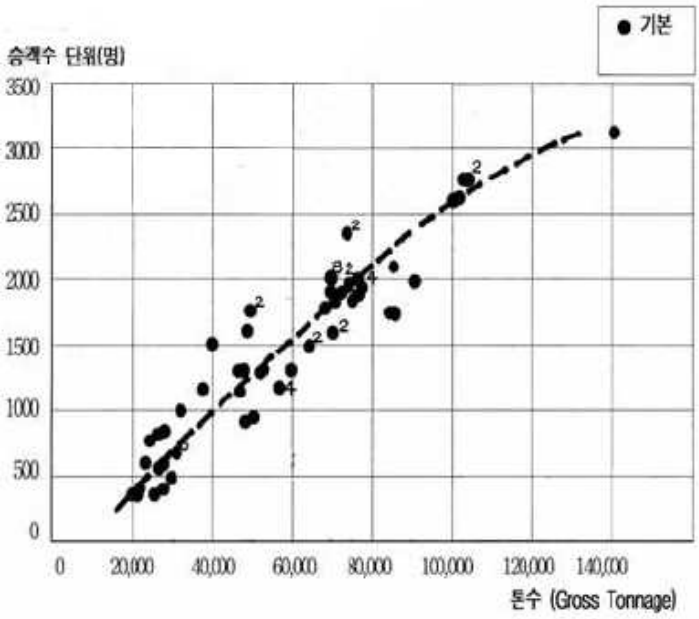



Fig. 3 총톤수와 승객수

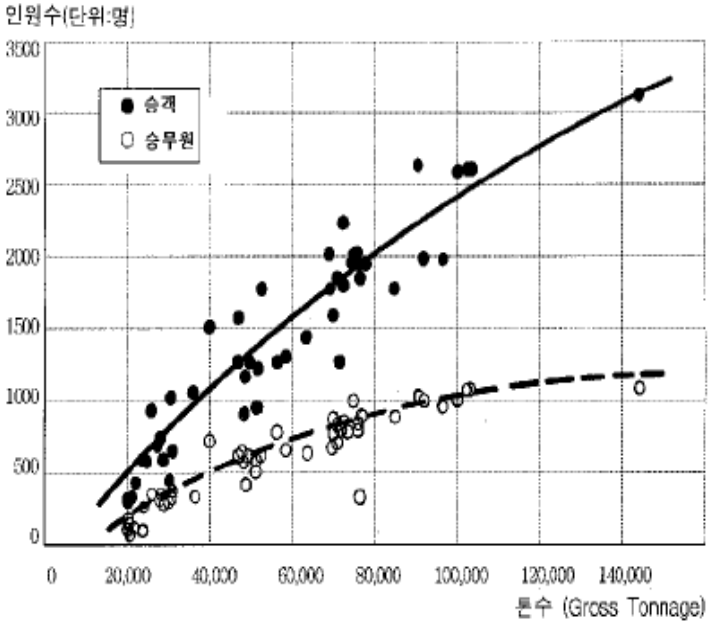



Fig. 4 기본 승객수와 승무원수

나타내며 중소형의 경우 비율이 낮으나 대형으로 갈수록 높아짐을 알 수 있다. 이는 상대적으로 대형보다는 중소형이 서비스질이 높은 고급화를 지향하는 크루즈 선박이 많음을 나타낸다. 승객수용용량이 증가할수록 부합되는 서비스수준을 유지하기 위한 최소한의 승무원 수를 정할 수 있다.

(2) 승객공간비

Fig. 5는 크루즈 선박의 승객공간비(passenger space ratio)를 나타낸 것으로 선박의 총톤수(또는 용적)를 기본승객수로 나눈 값이다.

승객공간비는 승객이 실내에서 느끼는 공간감을 나타내는 지표로서 실내공간의 실을 표시하며, 선박의 규모, 구조, 형태, 호텔경영측면을 고려하여 적정한 기준이 설정되어 있다. 크루즈 선박을 승객 공간 비에 따라 200$m^3$/1인(65GT/1인) 이상이면 최고급(luxury), 100~165$m^3$/1인(30~50GT/1인) 고급(premium, contemporary), 100$m^3$/1인(30GT/1인) 이하이면 일반급(budget)으로 구분하고 있다.

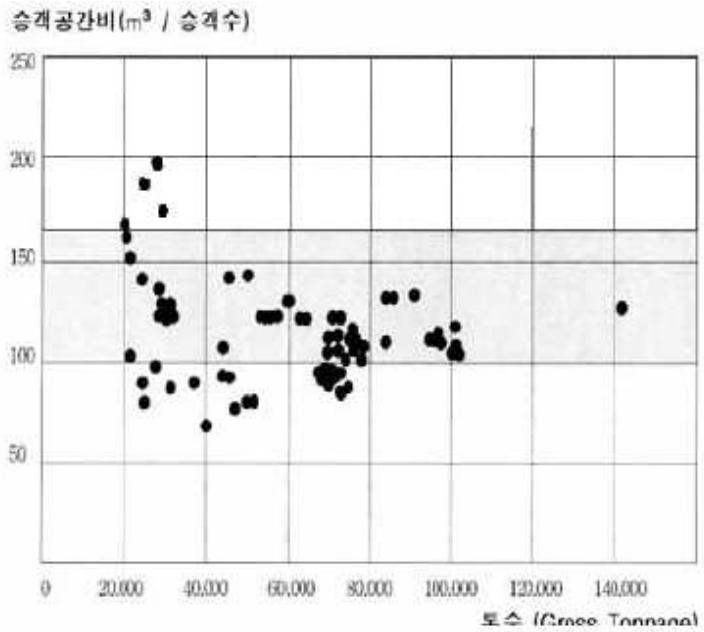



Fig. 5 승객공간비

최근 경향을 분석하면 크루즈 선박의 승객공간비가 점차 증가하는 추세이다. Fig. 5에서와 같이 승객공간비는 대형 크루즈의 경우 대부분 100~165$m^3$인 범위에 포함되어 있다. 중형의 경우에는 항로에 따라 지역적 특성을 고려함으로서 고급(premium) 또는 최고급(luxury)의 승객공간비가 많이 나타나고 있다.

중형의 경우 특정고객을 위한 고급화를 지향하는 크루즈 시장을 지향함으로서 승객 공간비가 상대적으로 높다. 이는 승객공간비가 승선 요금에 비례한 호텔 운영 측면의 서비스, 음식의 질 이외에도 실내에서 느낄 수 있는 공간감을 나타내는 지표로서 실내공간의 질을 표시하며 공간 디자인의 품질과 등급과도 관련됨을 알 수 있다.(Fig. 5 참조)

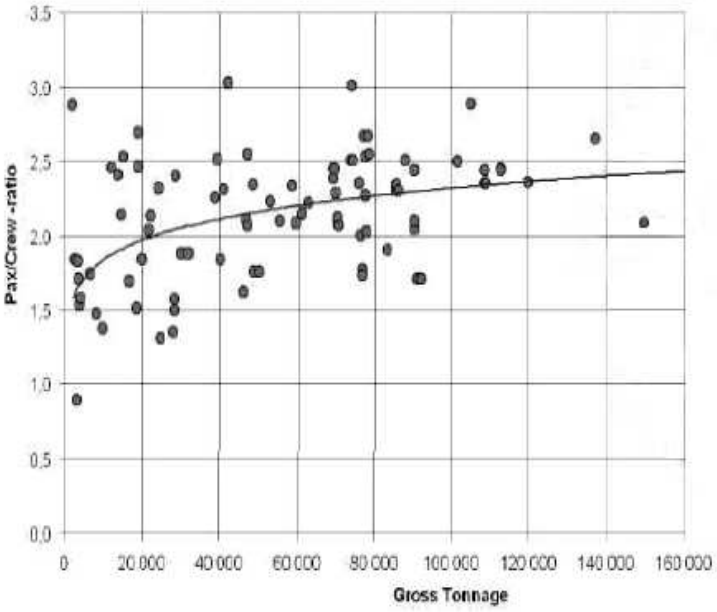



Fig. 6 승객 / 승무원비

(3) 차별화된 객실 공간계획

오늘날의 크루즈 선박 공간계획은 적정 승객 수에 따른 운항 수익성을 고려하는 동시에 고객을 위한 차별화된 공간계획 및 배치가 요구된다. 최근의 각 선사들은 새로운 공간 계획 및 배치를 적용한 크루즈 선박을 선보이거나 차세대 크루즈 시리즈에 적용 건조 중에 있다. 객실에 관련한 차별화된 공간계

획 및 배치는 아웃사이드 객실 증가, 발코니형 객실 증가, 내부 공간의 활용, 갑판층의 증가와 부분적 전폭 축소, 모든 객실의 상부 갑판층 배치 등의 경향을 보이고 있다.

대형 크루즈 선박 아웃사이드 객실과 발코니형 객실 수는 증가 추세를 보이고 있다. 이는 전망이 없는 객실을 줄이고 아웃사이드 객실 발코니형 객실을 최대로 확보하는 배치 계획이다.

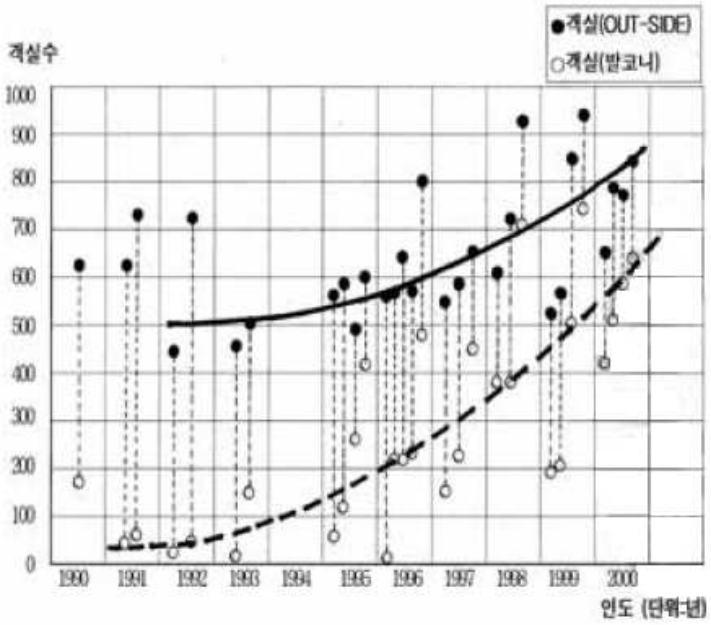



Fig. 7 아웃사이드 객실과 발코니형 객실의 증가 추세

## 3.5 공간계획 및 공간구성

### 3.5.1 공간계획

크루즈 선박 승객용 객실 공간은 크게 침실과 같은 사적인 공간(Private Space), 거실과 같은 공적인 공간(Public Space), 화장실이나 발코니 등과 같은 준·사적 혹은 준·공적 공간(Semi-Private or Semi-Public Space)등으로 구분할 수 있다. 주거 공간의 규모가 작을 경우에는 이러한 공간이 한 공간에 혼재되어 있고, 공간의 규모가 커짐에 따라 분리되어서 또 다른 공간을

형성한다. 근래의 선박들은 1995년 이전의 크루즈 선박과는 많은 변화를 보여주고 있다.
다음은 크루즈 선박의 승객용 객실 공간의 특성을 등급별(고급형, 중급형, 저급형)로 분류하여 분석한 것이다.

- 고급형 객실 : 고급형 승객용 객실은 사적인 공간과 공적인 공간으로 분리되어 개인의 프라이버시를 중요시 여겼으며 행위에 따라 공간을 구별하고 집기를 배치하였다. 또한 1995년 이전의 크루즈 선박의 고급형 객실과는 달리 준·사적인 공간에 개인전용 욕실을 따로 두어 손님용 욕실과 차별을 두어 좀 더 고급스러운 느낌을 주었다.

- 중급형 객실 : 중급형 승객용 객실은 고급형 승객용 객실과는 달리 사적인 공간과 공적인 공간이 한 공간에 혼재되어 좁은 공간을 유용하게 활용하였다. 또한 중급형 객실은 다른 객실에 비해 1995년 이전의 크루즈 선박의 중급형 객실과 큰 차이가 있는데 준·사적인 공간에 발코니를 따로 두어 크루즈 여행에서 오는 지루함을 덜어주고자 하였다.

- 저급형 객실 : 저급형 승객용 객실은 중급형 객실처럼 사적인 공간과 공적인 공간이 한 공간에 혼재되어 좁은 공간을 유용하게 활용하였다.
분석한 결과 본 연구의 크루즈 선박의 승객용 객실의 공간계획이 1995년 이전에 건조된 크루즈 선박에 비해 고급형 객실과 중급형 객실이 다른 저급형 공간에 비해 많은 변화를 보여준다는 것을 알 수 있는데, 특히 사적인 공간이나 공적인 공간보다 준·사적인 공간에 발코니를 따로 두어 고급스러워지고 있다는 것을 알 수 있다.

### 3.5.2 공간구성

다음은 크루즈 선박의 승객용 객실 공간에 구성된 공간을 등급별(고급형, 중급형, 저급형)로 분류하여 배치한 것이다.

- 고급형 객실 : 고급형 승객용 객실은 침실, 파우더룸, 수납 공간인 사적인

공간과 주방, 발코니의 공적인 공간으로 구성된다.

- 중급형 객실 : 중급형 승객용 객실은 2~4인실로 2층 침대 2개와 파우더룸, 수납공간과 발코니로 구성된다.

- 저급형 객실 : 저급형 승객용 객실은 6~8인실로 기본적인 수납공간과 휴식공간으로 구성된다.

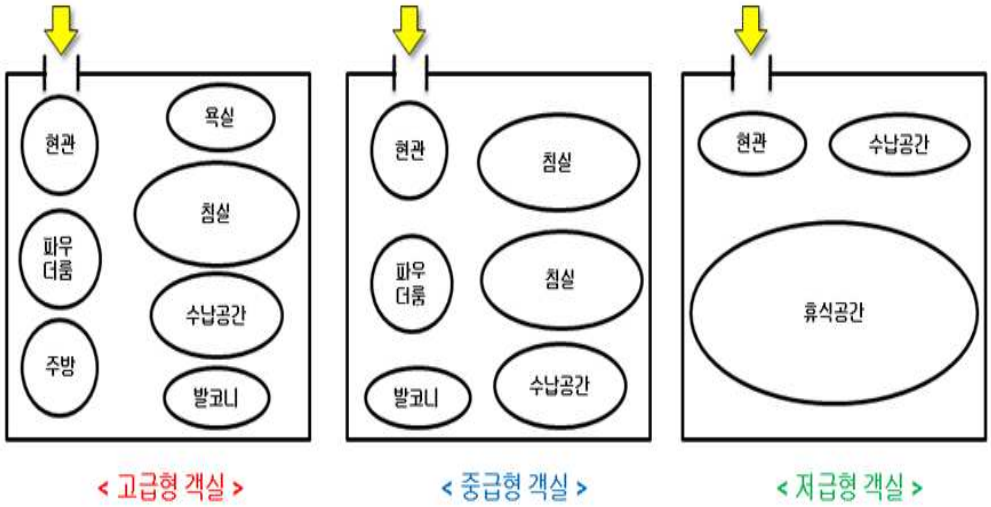



Fig. 8 공간구성

# 제 4 장 Sail Cruiser의 개발

## 4.1 선형개발

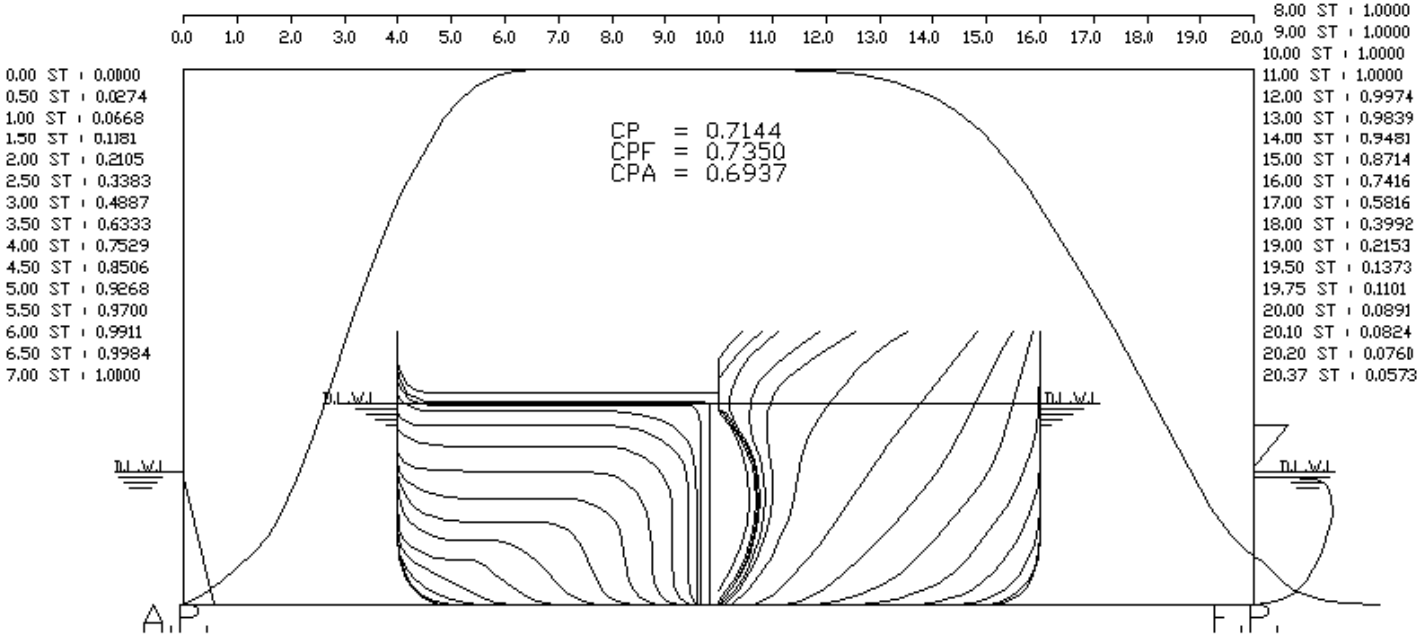
계산을 위한 선형은 유사 실적선으로부터 설계선의 선형을 결정하였고, 수선장길이(LBP)가 81m, 폭(B) 16.0m, 흘수(T) 5.0m이고, 방형비척계수($C_B$)는 0.7011이다. 본 절에서는 설계선에 대한 제원을 Table3에 나타내었으며, Body plan을 Fig.9에 도시하였다. 선형설계는 배의 저항을 줄여 같은 추진마력에서 빠른 속도로 운항을 할 수 있게 하고, 건조비를 줄이는 데에 그 목적이 있다. 선형의 경우 HCAD를 이용하여 설계하여 Fairing 작업을 하였으나 HWP에 옮기는 과정 중 프로그램간의 문제로 인해 자세히 도시되지 못하였다.

Table 3 Dimensions

| Hull | Ship |
|---|---|
| *LOA(m)* | 117.0 |
| *LBP(m)* | 81.0 |
| *B(m)* | 16.00 |
| *T(m)* | 5.00 |
| $\nabla$ ($m^3$) | 4586.8 |
| $S$ ($m^2$) | 1830.3 |
| *LCB* (%) from Midship | 1.42 |
| *L/B* | 5.06 |
| *L/T* | 16.2 |
| *B/T* | 3.2 |
| $C_B$ | 0.7078 |
| $C_W$ | 0.8722 |
| $C_M$ | 0.9908 |

# cruise ship

DATE : october. 13. 2008




| < D I M E N S I O N S > | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L P P = | 81.000 M | CB = | 0.7078 | LE = | 36.450 M (45.00 %) |
| L W L = | 81.000 M | CBE = | 0.6992 | LX = | 16.200 M (20.00 %) |
| BEAM = | 16.000 M | CBR = | 0.5573 | LR = | 28.350 M (35.00 %) |
| DRAFT = | 5.000 M (TF) | LCB = | 1.42 % of LPP | AFP = | 7.063 M**2 ( 8.91 % of AM) |
| | 5.000 M (TA) | CW = | 0.8722 | S.C.L = | 0.000 M |
| L/B = | 5.063 | CWE = | 0.8021 | SPEED = | 21.00 KTS (FN = 0.383) |
| B/T = | 3.200 | CWR = | 0.8893 | KB = | 2.668 M |
| VOL = | 4586.8 M**3 | CM = | 0.9908 (BR = 2.817 M) | KM = | 7.289 M |
| | | S = | 1830.3 M**2 | BL = | 9.5280 M |

Fig. 9 Body plan and Sectional Area Curve

## 4.2 수치해석방법

설계된 선체 주위유동 해석을 위하여 CFD프로그램인 SHIPFLOW를 사용하였다. SHIPFLOW프로그램에 대한 설명은 다음과 같다.

SHIPFLOW는 다른 CFD 프로그램들이 범용성을 중시하면서 개발된 것에 반하여 선체주위 유동 해석에 주안점을 두고 개발되었다. 일반적으로 선체주위의 유동은 자유표면의 특성을 가지고 있으며 선미부에서 두꺼운 경계층(thick boundary layer)의 특성을 가지고 있다.

본 논문에 사용된 격자는 SHIPFLOW에서 지원하는 프로그램을 사용하였으며 생성된 격자형태는 hexa mesh로 H-O type(x=constant)의 정규격자이다.

SHIPFLOW에서는 3가지 해석방법을 이용하여 선체 주위 유동을 추정하고 있다. 먼저 자유표면 계산을 위하여, 포텐셜 유동(potential flow)이라는 가정아래 패널(panel) 방법을 적용하고 있으며, 이때 자유 표면은 비선형 조건이 사용되고, transom을 가지고 선미부 형상을 고려할 수 있다. 그리고 이 계산결과를 바탕으로 선수와 선체 중앙부에 대하여 경계층이론을 적용하여 점성저항 성분 및 선체 표면에서의 유동 방향을 추정한다. 마지막으로 앞의 경계층이론에 의하여 추정된 난류 특성치를 이용하여 선미부의 두꺼운 경계층에 대하여 수치해석을 수행하였다. 선미부 두꺼운 경계층의 지배방정식은 RANS 방정식이며 SKE난류모형을 적용하였다. 사용된 좌표계는 Cartesian coordinate이다. 지배방정식의 공간이산화를 위해 유한해석법을 사용하였으며 속도-압력연성을 위하여 SIMPLER(SIMPLE Revised) algorithm을 사용하였다. 벽면부근에서의 유동해석을 위하여 벽함수를 사용하였다. SHIPFLOW는 선체 주위유동 해석 전용프로그램으로 점성저항 및 조파저항 뿐만 아니라 3차원 저항 해석법에서의 형상계수의 추정이 가능토록 하여 선박 설계에의 활용성을 높였다고 할 수 있다.

### 4.3.1 좌표계

수치계산을 위한 기본 좌표계는 Fig. 10에 도시한 바와 같이 선체 길이 방

향을 x축, 연직 상방향을 z축, 그리고 폭 방향을 y축으로 하는 직교 좌표계를 사용하였다. 좌표계의 원점은 선체 중심면(center plane)과 중앙면(midship), 그리고 정수면(calm free surface)이 만나는 점에 잡았다.

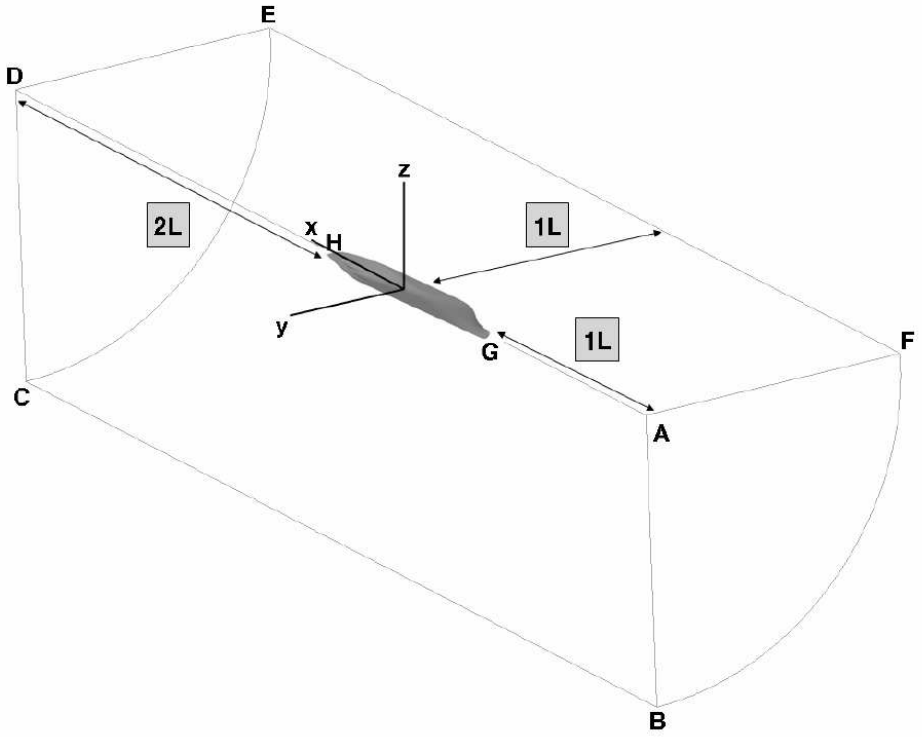



Fig. 10 Coordinate system

### 4.3.2 지배방정식

수치계산을 위한 기본 좌표계는 선박을 기준으로 하는 좌표계로서 선체 길이방향을 X축, 연직 상방향을 Z축, 그리고 유현방향을 Y축으로 정하였다. 3차원 비압축성 난류유동의 지배 방정식인 연속방정식과 Reynolds averaged Navier Stokes(RANS) 방정식은 직교좌표 $x_i = (x, y, z)$를 사용해서 다음과 같이 쓸 수 있다.

- continuity equation :

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \tag{4-1}$$

- $x_i$ Momentum equation :

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \frac{\partial u_i u_j}{\partial x_i} = \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_i} \tag{4-2}$$

계산에 사용된 모든 변수들은 유입속도 $U_\infty$, 수선간 길이 $L_{BP}$, 그리고 밀도 $\rho$로 무차원화하였고, $u_i = (u,v,w)$는 각 좌표축 $x_i = (x,y,z)$ 방향의 평균속도 성분을, $\tau_{ij}$는 점성과 난류에 의한 유효 응력(effective stress)을 나타내며, $p$는 정압을 나타낸다. 유효응력은 Boussinesq의 isotropic eddy viscosity model을 사용하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\tau_{ij} = \nu_e \left[ \frac{\partial u_i}{\partial x_i} + \frac{\partial u_i}{\partial x_i} \right] - \frac{2}{3}\delta_{ij} k \tag{4-3}$$

여기에서 $k$는 난류의 운동에너지이고 $\nu_e$는 turbulent eddy viscosity $\nu_t$에 유체의 운동학적 점성계수 $\nu$를 합한 유효점성 계수로서 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\nu_e = \nu_t + \frac{1}{R_n} \tag{4-4}$$

$R_n$은 Reynolds 수이고, turbulent eddy viscosity coefficient $\nu_t$는 Realizable $k-\epsilon$ 난류모형을 사용하였다.

### 4.3.3 난류모형

본 논문에서는 two-equation turbulence closure의 하나인 $k-\epsilon$난류모형을 사용하였다. 통상 공학 계산에서는 $k-\epsilon$ 모형 중에서 Standard $k-\epsilon$ 모형이

가장 널리 사용되어 왔으나, 본 논문에서는 선체 주위의 유동 계산에서 프로펠러 면의 반류 분포 및 저항 성능에서 좋은 결과를 주는 것으로 알려진 Realizable $k-\epsilon$ 모델을 사용하였다. 이는 Reynolds stress tensor의 realizability를 고려하여 개발된 Reynolds stress 모형으로부터 얻어진 2개의 편미분 방정식을 풀어야하는 two-equation turbulence model의 하나이다. 비교적 단순한 형태인 standard $k-\epsilon$ 모형에서는 $C_u$가 통상 0.09의 정해진 값을 갖는 반면, Realizable $k-\epsilon$ 모형에서는 $C_u$가 shear strain과 vorticity의 함수로 표시된다.

난류 유동의 경우에서도, 벽면에서는 유체 유동의 속도가 벽면의 이동속도와 같아야 한다는 no-slip 조건이 만족되어야 한다. 이러한 조건 때문에 난류 성분들은 벽면 근처에서는 그 활동이 크게 제약을 받게 되고 low-Reynolds number model 또는 near-wall turbulence model을 사용해야 한다. 그러나 이를 적용하기 위해서는 벽면 아주 가까운 곳까지 유동을 계산하여야 하기 때문에 대단히 많은 수의 격자가 필요하고, 수치 계산을 수행할 때의 수렴도(convergence) 및 안정성(stability 또는robustness)이 크게 떨어지는 등 많은 어려움에 봉착하게 된다. 본 논문에서는 수치 계산의 정도를 유지하면서도 효율성을 보장하기 위해서 벽면에서 적당한 위치에서 난류 경계층 이론에서 널리 알려진 벽법칙(law of the wall)을 사용하기로 하고, 현재 가장 많이 쓰이고 있는 Launder and Spalding's wall function(LSWF)을 적용하였다.

### 4.3.4 경계조건(Boundary Conditions)

포텐셜유동에 있어서 만족하여야하는 지배방정식인 Laplace방정식은 타원형 방정식(elliptic equation)의 형태를 가지고 있으며 이 같은 타원형 방정식은 유동장을 둘러싸는 경계에서의 물리현상들이 주어짐으로서 유일한 해를 가지게 된다. 자유수면을 항주하는 선박의 문제에 있어서 유동장을 둘러싸는 경계는 자유수면, 선체표면, 그리고 선체에서 떨어진 곳에서 유동장을 둘러싸고 있는 무한원방이나, 유동장이 바닥경계면을 가지는 경우 바닥경계를 나타내며, 이에 대한 일반적인 경우에 대한 경계 조건식은 다음과 같다.

선체표면 경계조건

포텐셜유동에 있어서 선체표면에 위치한 유체입자의 선체표면에 대한 법선 방향으로의 속도성분은 선체표면의 속도와 같아야 한다. 본 논문에서는 좌표계를 선체표면에 고정하였으므로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\phi_n = 0 \tag{4-5}$$

운동학적 자유수면 경계조건

자유수면의 형상을 음함수(implicit)의 형태로 나타내면 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$f(x, y, z) = h(x, y) - z = 0 \tag{4-6}$$

자유수면에서 유체입자의 속도성분은 자유수면과 접하여야 하며, 이를 정식화하면 다음과 같다.

$$\nabla\phi \bullet \nabla f = 0 \quad \text{on} \quad z = h(x, y) \tag{4-7}$$

식 4-6을 식 4-7에 대입하면 다음의 운동학적 자유수면 경계조건식을 얻게 된다.

$$\phi_x h_x + \phi_y h_y - \phi_z = 0 \quad \text{on} \quad z = h(x, y) \tag{4-8}$$

동역학적 자유수면경계조건

자유수면에서의 압력은 대기압이어야 하며, 이를 베르누이 방정식을 적용하여 정식화하면 다음과 같다.

$$\frac{1}{2} Fn^2 (1 - \phi_x^2 - \phi_x^2 - \phi_x^2) - h = 0 \quad at \quad z = h(x, y) \tag{4-9}$$

무한원방 조건

해석의 편의성을 위하여 대부분의 경우 자유수면에서 바닥까지의 거리를 무한대라고 가정한다. 이 경우에 바닥에서의 경계조건은 다음과 같이 표현된다.

$$\phi \rightarrow x \ \text{ for } \ z \rightarrow -\infty \tag{4-10}$$

깊이가 h인 천수(shallow water)의 경우, 바닥에서의 경계조건은 다음과 같다.

$$\phi_n = 0 \ \ at \ \ z = -h \tag{4-11}$$

바닥면 경계조건

해석의 편의성을 위하여 대부분의 경우 자유수면에서 바닥까지의 거리를 무한대라고 가정하며 다음과 같이 표현한다.

$$\phi \rightarrow x \ \text{ for } \ z \rightarrow -\infty \tag{4-12}$$

방사조건

방사조건은 자유수면에서 선체의 존재에 의하여 발생하는 파도는 선수 이후 부분에서부터 생성되어야하며, 선수보다 상류의 자유수면의 영역에서는 파도가 없어야 한다는 조건으로 다음과 같이 표현된다.

$$\phi = x + O\left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + z^2}}\right) \ \text{ for } \ x \rightarrow -\infty \tag{4-13}$$

## 4.3 수치해석 결과

### 4.4.1 Potential flow 계산결과

CFD code인 SHIPFLOW를 이용하여 계산된 설계선의 wave pattern과 wave profile을 다음과 같이 Fig. 11, 12에 나타내었고, 선체표면에 작용하는 압력분포는 Fig. 13에 나타내었다.

Wave pattern에서 보이는 바와 같이 선수부에서 생기는 파와 어깨파의 Canceling이 잘 되고 있으며 Wave profile에서 선형의 Fore부분을 수정하여 보다 완만한 Wave를 갖도록 선형 변형이 필요하다.

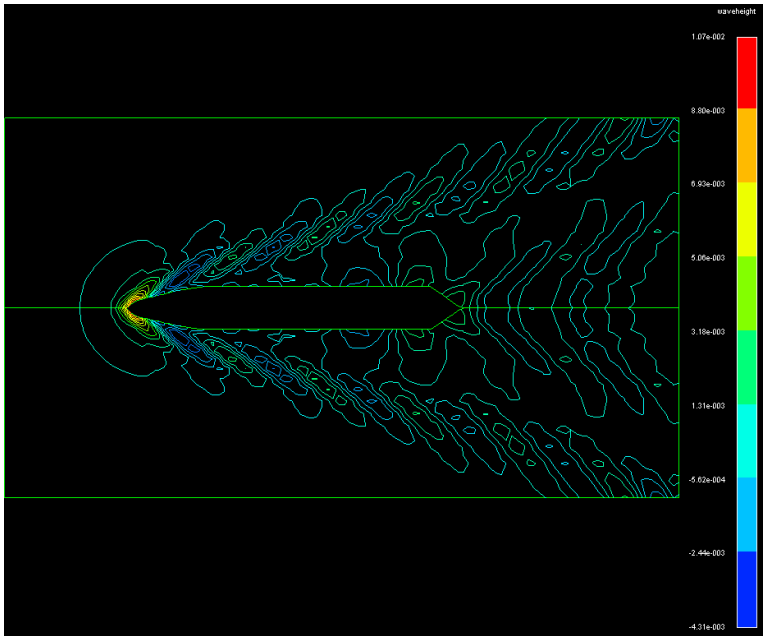



Fig. 11 Wave pattern around a model ship for cruiser

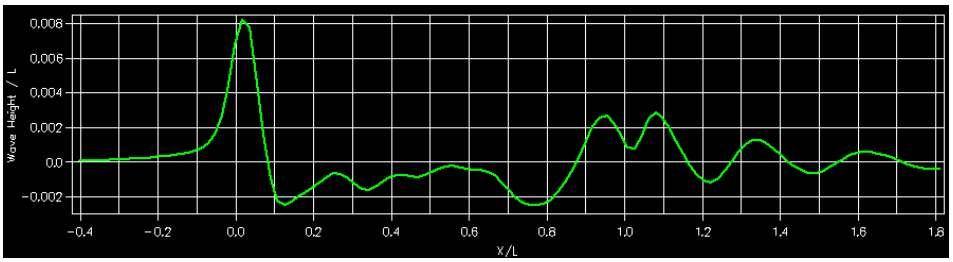



Fig. 12 Wave profile

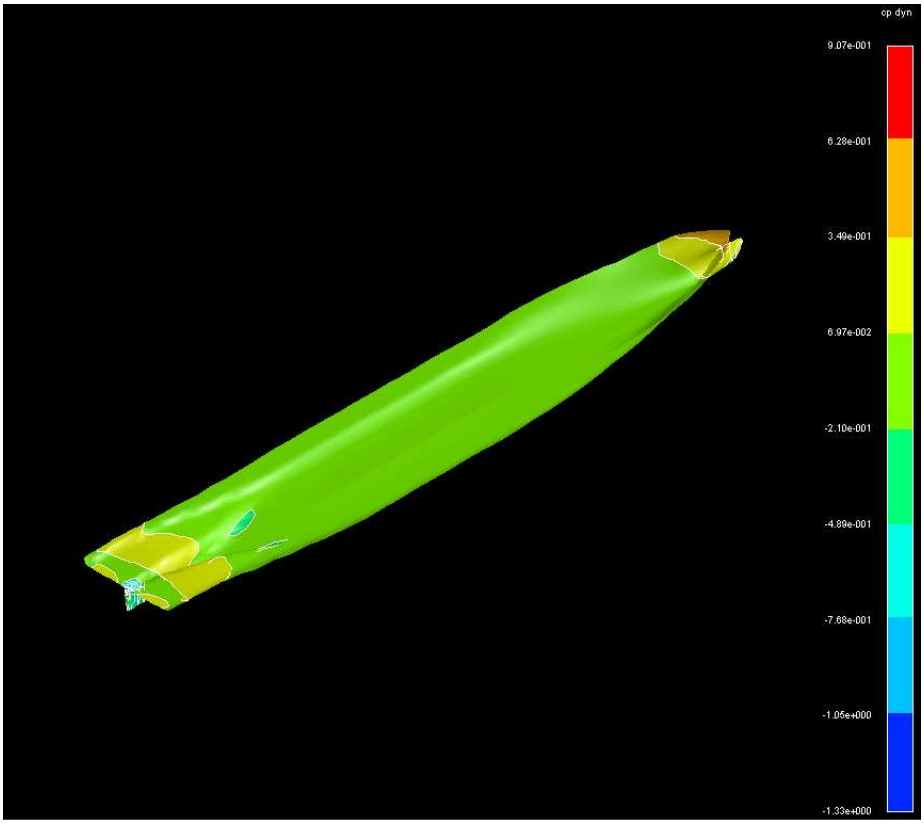



Fig. 13 pressure distribution

Pressure distribution의 경우 Bulbous bow에 의한 선수부에서 압력이 전체적으로 높은 것으로 나타난다.

### 4.4.2 Viscous flow 계산결과

선미 부분의 mesh를 다음과 같이 Fig. 14와 Fig. 15에 나타내었다.

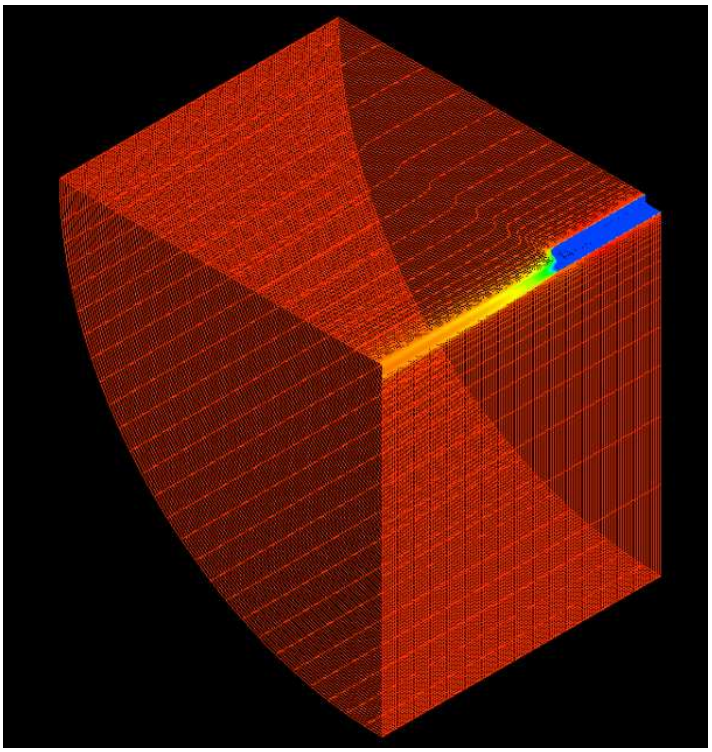


Fig. 14 mesh around vessel (aft part)

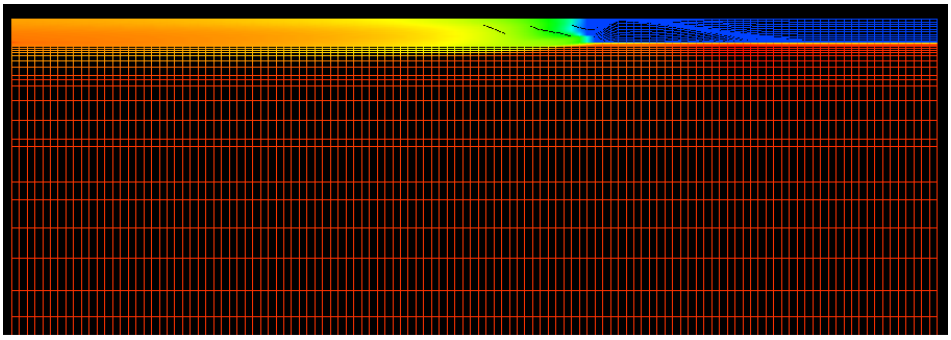
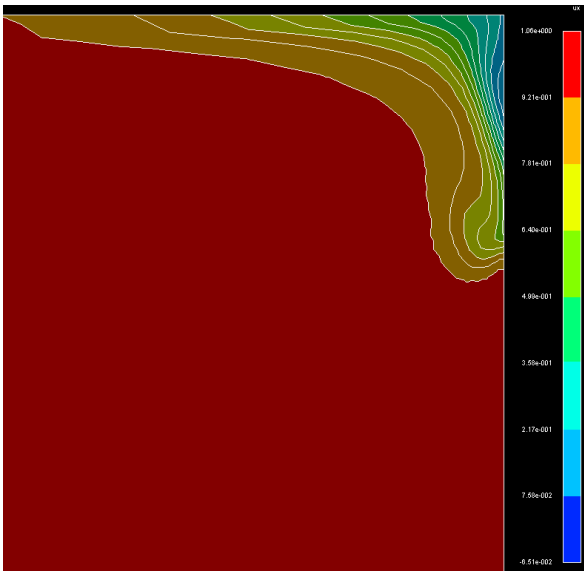
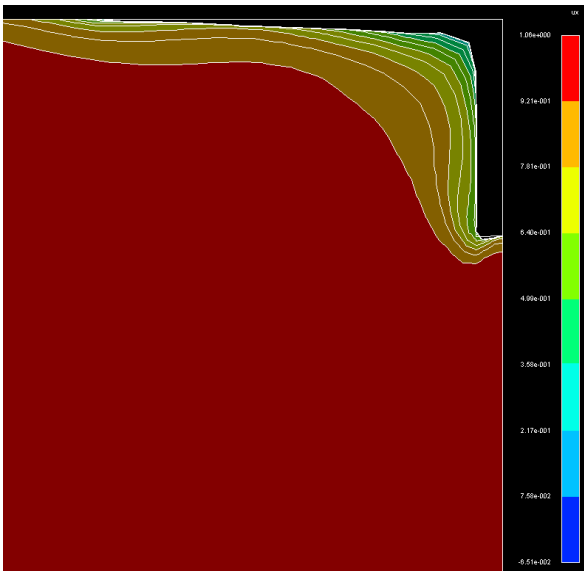


Fig. 15 mesh around vessel (aft part)

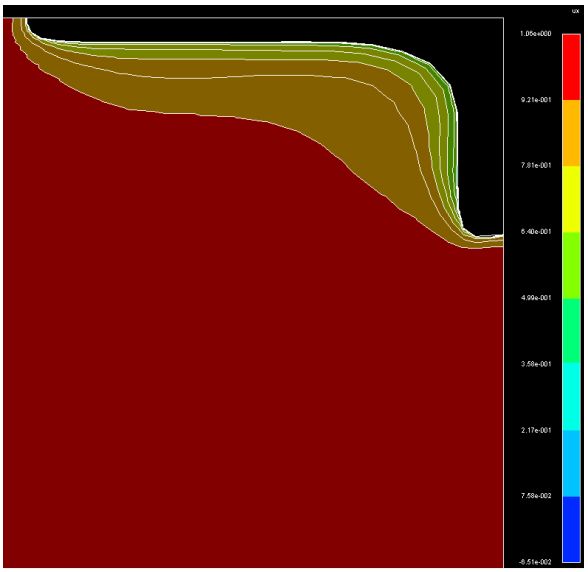
선미부분의 축 방향 등속선과 속도 vector를 각각 Fig. 16와 Fig. 17에 나타내었다. AP(Station 0), Station 1, 2, 3 면에서의 선미부 변화를 보여주며 선체의 유선에 따라서 고르게 분포하고 있는 것을 확인할 수 있다.



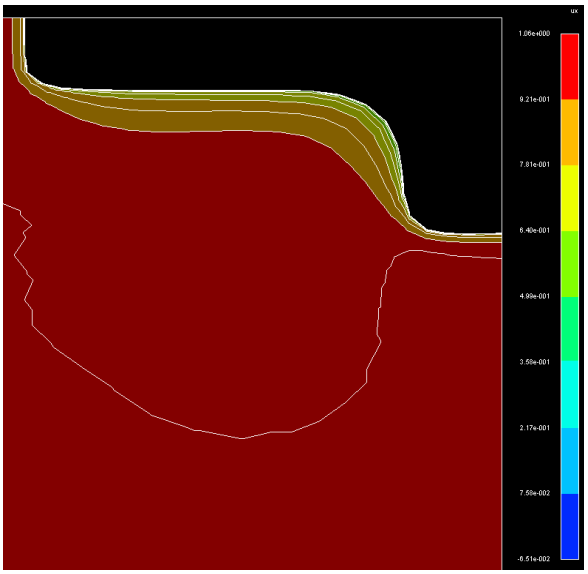

(a) station 0




(b) station 1

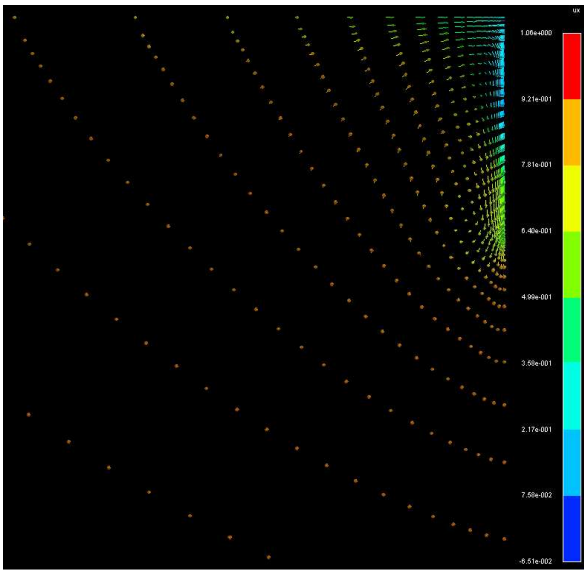



(c) station 2

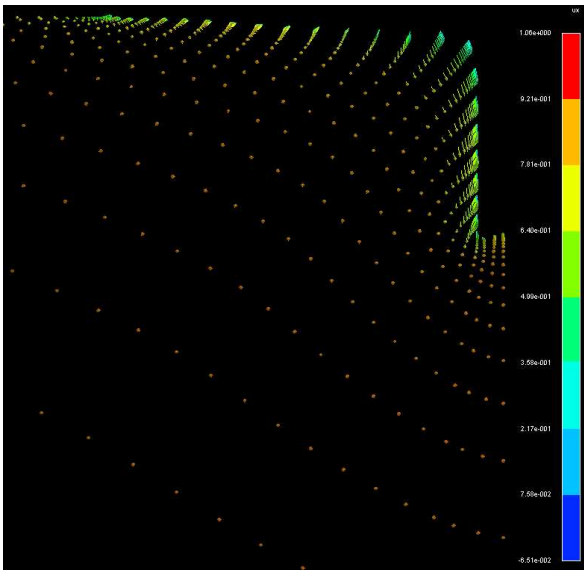



(d)station 3

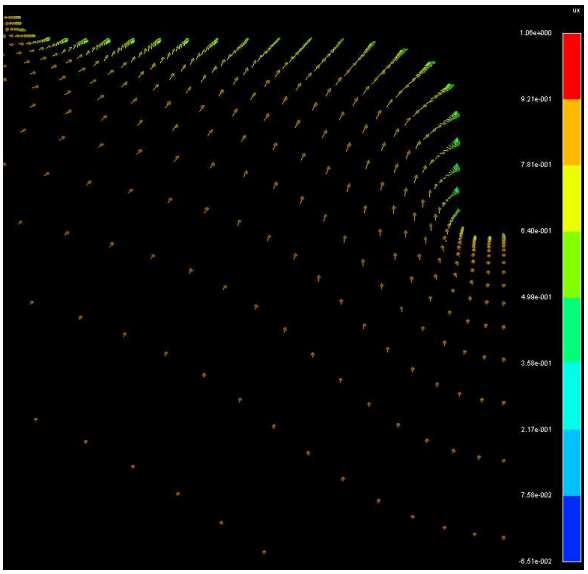
Fig. 16 Axial velocity contours for cruiser



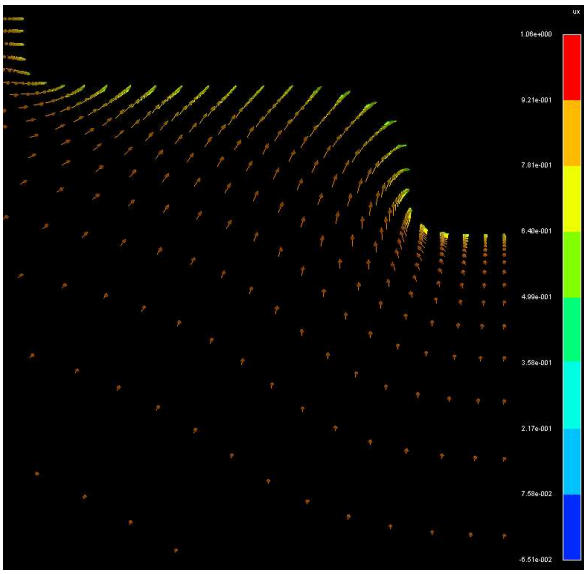

(a) station 0




(b) station 1



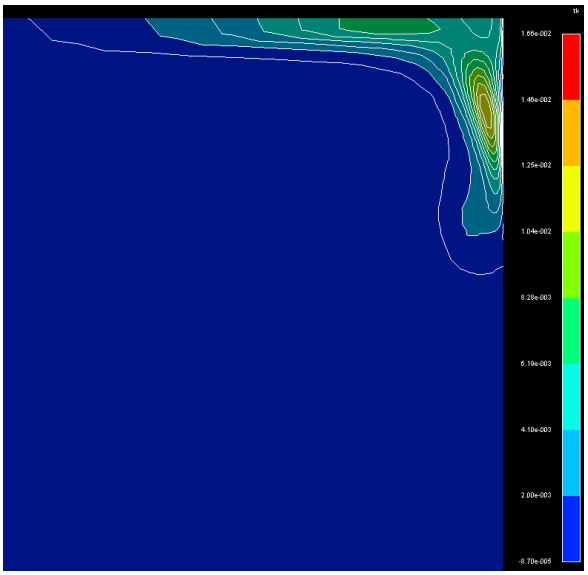

(c) station 2



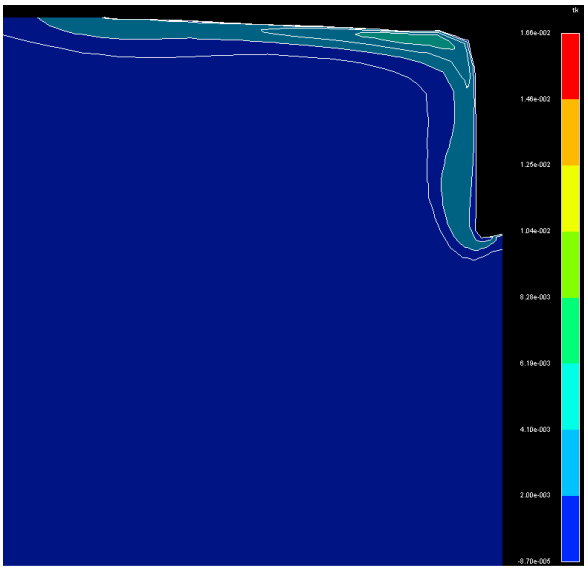

(d) station 3

Fig. 17 Velocity vectors for cruiser

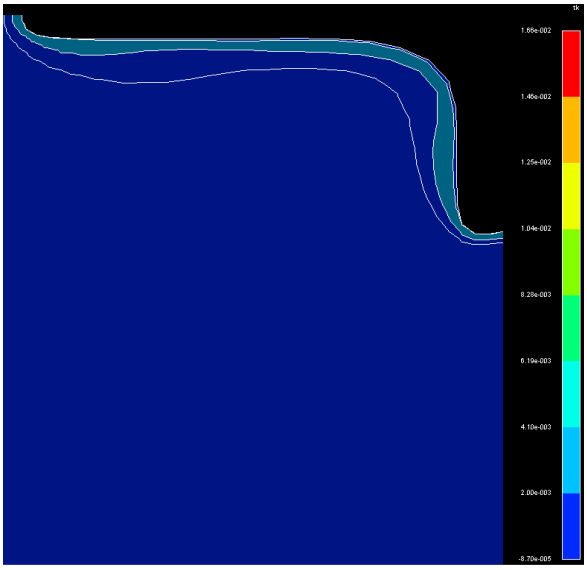
선미부분의 Turbulent kinetic energy contours를 Fig. 18에 도시하였다. AP(Station 0), Station 1, 2, 3 면에서의 선미부에서의 난류에너지 분포 변화를 보여주며 선체의 유선에 따라서 고르게 분포하고 있으나 AP 면에서 Skeg에 의해 중앙부 쪽으로 에너지의 집중이 일어나고 있는 것을 확인할 수 있다. 프로펠러 설계 시 주의를 요하는 자료가 될 것이다.



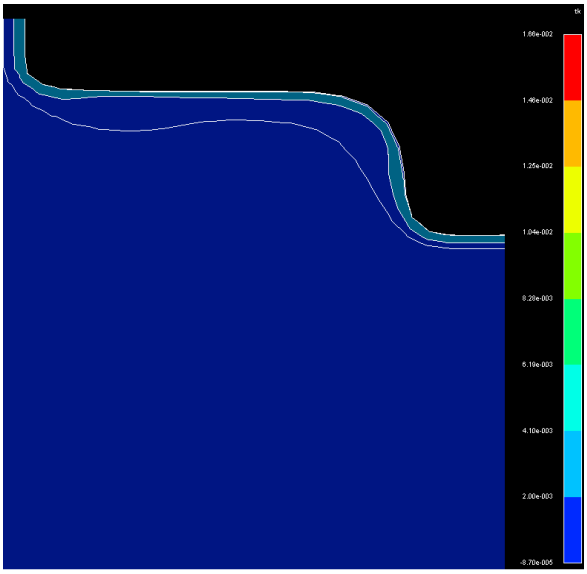

(a) station 0




(b) station 1




(c) station 2




(d) station 3

Fig. 18 Turbulence kinetic energy contours for cruiser

### 4.4.3 설계선의 유효마력(EHP)의 계산

CFD code인 SHIPFLOW를 이용한 선형의 수치해석 결과 설계속도에서의 저항 값은 Table 4에 나타내었고 이를 바탕으로 유효마력을 추정하였다.

Table 4 Resistance Coefficient

| | |
|---|---|
| CF (Frictional resist. coeff. ) | 1.649E-03 |
| CPV(Viscous pres. resist. coeff. ) | 1.556E-03 |
| CV (Viscous resist. coeff. ) | 3.204E-03 |
| CW (Wave resist. coeff. ) | 0.712E-03 |
| K (Form factor ) | 1.323 |
| S (Wetted surface / L**2 ) | 0.173 |

<u>모형선의 전체저항계수 ( $C_{TM}$ )</u>

$$C_{TM} = C_{VM} + C_{WM} \tag{4-14}$$

$$= 3.9168 \times 10^{-3}$$

<u>실선의 전체저항계수 ( $C_{TS}$ )</u>

$$C_{TS} = C_{VS} + C_{WS} \tag{4-15}$$

$$= C_{FS}(1+k) + C_{WS}$$

$$= \frac{0.075}{(\log 10 R_N - 2)^2}(1+k) + C_{WS}$$

$$= 7.755 \times 10^{-3}$$

<u>설계선의 유효마력 ( EHP )</u>

$$R_T = C_T \times \frac{1}{2}\rho s v^2 \tag{4-16}$$

$$= 770.503$$

$\rho$ : 1.025

s : 1830.3 $m^2$

$v$ : 21knot (10.8 m/s)

$$EHP = R_T \times v \tag{4-17}$$

= 770.503 × 10.8

= <u>8,321.434 ($kW$)</u>

설계선의 EHP는 식(4-17)에 의하여 8,321.434(kw)임을 알 수 있었고, 이에 대하여 속도에 따른 EHP를 추정하면 Fig. 19와 같다.

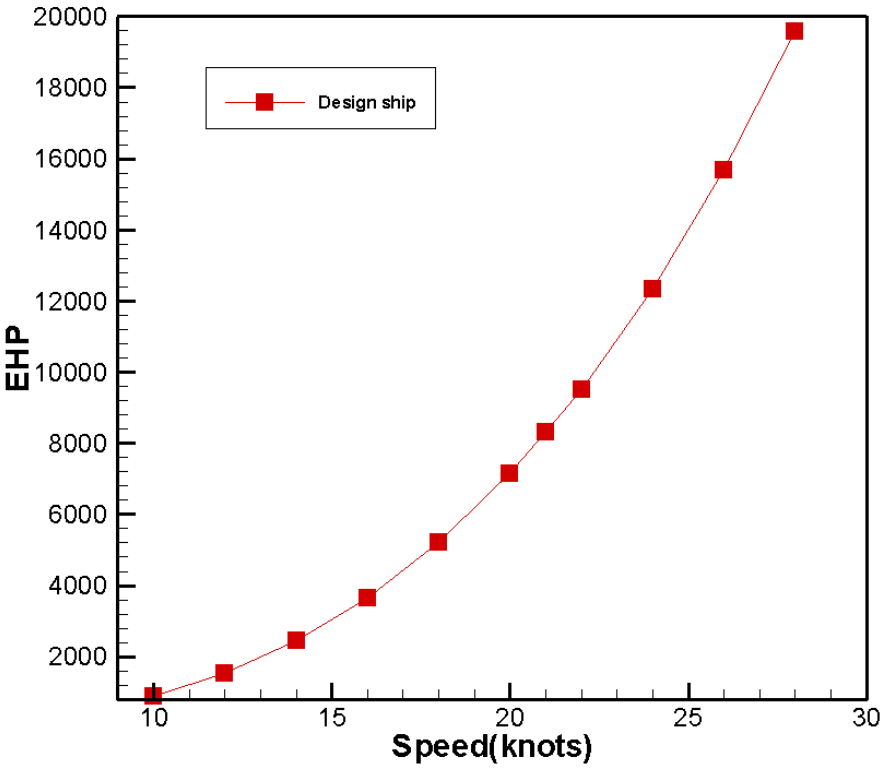



Fig. 19 속도에 따른 유효마력

## 4.4 Sail의 설계

### 4.4.1 Sail의 종류와 특징

범선은 장비된 돛과 Mast의 수에 따라 횡범선(Square rig), 종범선(Fore and aft rig), 횡종범선으로 분류된다.

횡범선은 Mast Yard를 똑같은 길이로 선체와 직각으로 건너지르고, 이것에 사각의 돛을 단다. 순풍에 유리한 방식이며 대형선에 많이 쓰인다. 종류로는 Ship type과 Brig type이 있다.

종범선은 Mast의 후방에 boom(밑의 봉재), gaff(위의 봉재) 를 붙이고, 이것에 사각 또는 삼각의 종범을 단다. 역풍에 유리한 방식이며 소형선에 많다.

대형선에 쓰이는 돛(sail)의 형태는 다음과 같이 분류할 수 있다.

(1) Ship

Ship은 대표적인 횡범선이다. 전장범선(full rigged ship)이라고도 한다. Ship은 Mizzen mast마저 횡범을 장착하고 밑에 spanker sail 만 남겨둔 전형적인 횡장범선이다. 순풍에 잘 적응하고 감범하는데 편리하여 주로 대양항해선에 적합하다.

(2) Brig

원래 군선 용도의 횡범장치의 2본 마스트선으로 Brig의 범장은 우수한 항해를 차분하게 할 수 있고, 숙련된 선장은 매우 쉽고, 즉석에서 둥글게 회전시킬 수도 있을 만큼 항해술이 뛰어나다. main mast와 stern mast에 모두 횡범을 장착하고 main mast에 spanker sail을 장착한다. 쌍돛대 횡범선이라고 할 수 있다.

(3) Bark(Barque)

3개의 마스트에 fore mast 와 main mast 에는 횡범을, mizzen mast 에는 gaff 와 boom 을 가지고 있으며, 여기에 gaff top sail 과 spanker sail 을 장착한다.

(4) Brigantine

3개의 마스트에 fore mast와 main mast에는 횡범을 장착하고 mizzen mast에는 gaff와 boom을 가지고 있으며, 여기에 gaff top sail과 spanker sail을 장착한다.

(5) Barquentine(Barkentine)

fore mast에만 횡범을 장착하고 main mast와 mizzen mast에는 종범을 장치한 3본 마스트선이다. 4개의 마스트를 가진 것은 four mast barquentine이라고 한다.

(6) Stay sail schooner

2본 마스트 모두 종범을 장치, main mast 가 fore mast 보다 약간 높다. 또는 2본 마스트 이상일 때는 마스트의 높이가 거의 같다.

a. Ship type

b. Brig type

c. Bark(barque)

d. Brigantine

e. Barquentine(Barkentine)

f. Stay sail schooner

Fig. 20 Sail Type

### 4.4.2 Sail에 작용하는 힘

세일 선박이 항주하는 것은 바람에 의하여 세일이 받는 풍압과 양력(lift)이다. 즉, 항력(drag)과 양력(lift)으로 생각해 볼 수 있다.

(1) 항력($D$ )

$$D = \frac{1}{2} C \rho S v^2 \tag{4-18}$$

$C$ : 항력계수 (drag coefficient)

$\rho$ : 유체의 밀도

S : 물체의 단면적

$v$ : 상대속력

(2) 양력 ($L$ )

$$L = C_L \times q \times S \tag{4-19}$$

$$q = \frac{1}{2} \rho V^2 \tag{4-20}$$

$$L = C_L \frac{1}{2} \rho V^2 S \qquad (4\text{-}21)$$

$L$ : 양력($lb$)

$C_L$ : 양력계수(무차원)

$q$ : 동압

$\rho$ : 공기의 질량밀도($slug/ft^3$)또는 공기의 중량밀도$/g_0$

$V$ : 속도($ft/\sec^2$)

$S$ : 날개의 면적($ft^2$)

$g_0$ : 해발고도 0 $ft$에서의 중력가속도 $=32.174 ft/\sec^2$

### 4.4.3 Sail형태에 따른 항력계수와 양력계수의 비교

본 논문의 Sail Cruiser에 쓰이는 sail의 형태는 대항해선에 쓰이며 순풍에 유리한 횡범의 shiptype을 채택하였다.

Table 5는 Sail형태에 따른 항력계수와 양력계수를 나타내었다. Table 5에 나타낸 계수의 의미는 다음과 같다.

$C_{D_0}$ : minimum drag coefficient

$C_{C_M}$ : maximum lift coefficient

$AR$ : Effective aspect Ratio of a sail

Table 5 Sail형태에 따른 항력계수, 양력계수, 효율비

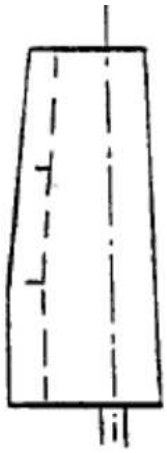
| | | | |  |
|---|---|---|---|---|
| RIG TYPE | TRADIT. SQUARE RIG | BERMUDA RIG | TRADIT. GAFF RIG | WINGSAIL |
| $C_{D_0}$ | 0.13 | 0.08 | 010 | 0.02 |
| $C_L$ | 0.9 | 1.15 | 1.1 | 1.1~1.4 |
| AR | 0.5 | 2.5 | 1.6 | 2.5 |

Table 5는 각 형태의 Sail에 작용하는 항력계수($C_{D_0}$)와 양력계수($C_L$), sail의 효율비(AR)를 나타내었다. 이를 이용하여 Thrust coefficient($C_T$)를 식 (4-22)와 같이 나타내었다.

$$C_T = \left\{1 - \frac{1}{2}(1+\sin^2\phi)\beta^2\right\} C_L \sin\phi - \left\{C_{D0} + \frac{C_L^2}{e\pi AR}\right\}\cos\phi \qquad (4\text{-}22)$$

$$e = \sum_{n=1}^{\infty}(2n-1)\left(\frac{a_n}{a_1}\right)^{2^{-1}} \qquad (4\text{-}23)$$

위의 $C_T$ 값은 다음과 같은 식에 의하여 유도된다.

$$
\begin{aligned}
C_T = & AR\sqrt{1-\sin^2\phi\sin^2\beta} \\
& \times \int_0^1 \gamma(s)ds\sin\phi\cos\beta \\
& -\left\{C_{D0} + AR\int_0^1 \gamma(s)\alpha_i(s)ds\right\}\cos\phi \\
& = AR\left\{1-\frac{1}{2}(1+\sin^2\phi)\beta^2\right\} \\
& \times \int_0^1 \gamma(s)ds\sin\phi \\
& -\left\{C_{D0} + AR\int_0^1 \gamma(s)\alpha_i(s)ds\right\}\cos\phi \\
& + O(\beta^4)
\end{aligned}
\tag{4-24}
$$

위의 $C_T$값과 식(4-25)를 이용하여 aerodynamic thrust를 산정하였다.

$$
\frac{1}{2}\rho_a \cup^2 S\left[\left\{1-\frac{1}{2}(1+\sin^2\phi)\beta^2\right\}C_L\sin\phi - (C_{D0} + \frac{C_L^2}{e\pi AR})\cos\phi\right] \tag{4-25}
$$

$\rho_a$ : 공기의 밀도

$\cup$ : relative wind speed

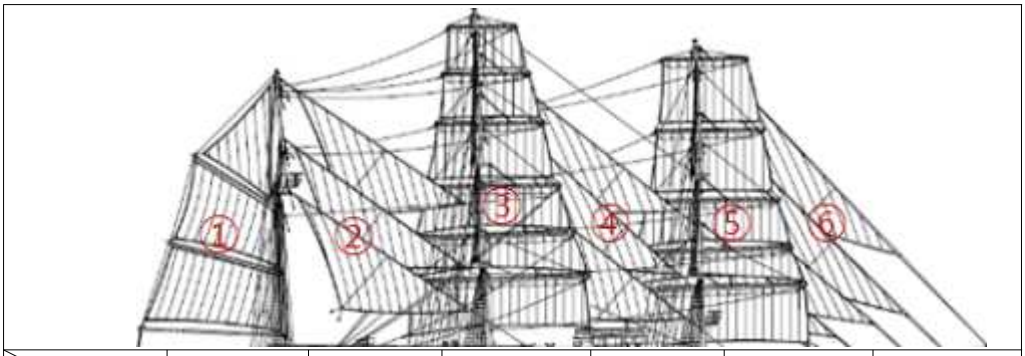
$S$ : sail의 면적

$\phi$ : relative wind angle

$\beta$ : heel angle

조건은 순풍일 때이며, 속도에 따른 thrust값을 위의 식(4-25)를 이용하여 Table 6, Table 7에 나타내었다.

Table 6 각 부분의 속도에 따른 thrust




| part / $v$(m/s) | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 37.309 | 26.283 | 135.834 | 26.283 | 122.773 | 26.283 |
| 2 | 74.618 | 52.567 | 271.667 | 52.567 | 245.546 | 52.567 |
| 3 | 111.927 | 78.850 | 407.501 | 78.850 | 368.319 | 78.850 |
| 4 | 149.236 | 105.134 | 543.335 | 105.134 | 491.092 | 105.134 |
| 5 | 186.545 | 131.418 | 679.169 | 131.418 | 613.865 | 131.418 |
| 6 | 223.854 | 157.701 | 815.0037 | 157.701 | 736.638 | 157.701 |
| 7 | 261.163 | 183.985 | 950.837 | 183.985 | 859.411 | 183.985 |
| 8 | 298.472 | 210.688 | 1086.672 | 210.268 | 982.184 | 210.268 |
| 9 | 335.781 | 236.552 | 1222.506 | 236.552 | 1104.957 | 236.552 |

Table 7 속도에 따른 Total Thrust

| $v$(m/s) | part | T(kw) |
|---|---|---|
| 1 | ①+ ②+ ③+ ④+ ⑤+ ⑥ | 374.766 |
| 2 | ①+ ②+ ③+ ④+ ⑤+ ⑥ | 749.533 |
| 3 | ①+ ②+ ③+ ④+ ⑤+ ⑥ | 1124.3 |
| 4 | ①+ ②+ ③+ ④+ ⑤+ ⑥ | 1499.067 |
| 5 | ①+ ②+ ③+ ④+ ⑤+ ⑥ | 1873.834 |
| 6 | ①+ ②+ ③+ ④+ ⑤+ ⑥ | 2248.601 |
| 7 | ①+ ②+ ③+ ④+ ⑤+ ⑥ | 2623.368 |
| 8 | ①+ ②+ ③+ ④+ ⑤+ ⑥ | 2998.135 |
| 9 | ①+ ②+ ③+ ④+ ⑤+ ⑥ | 3372.901 |

## 4.5 일반배치도

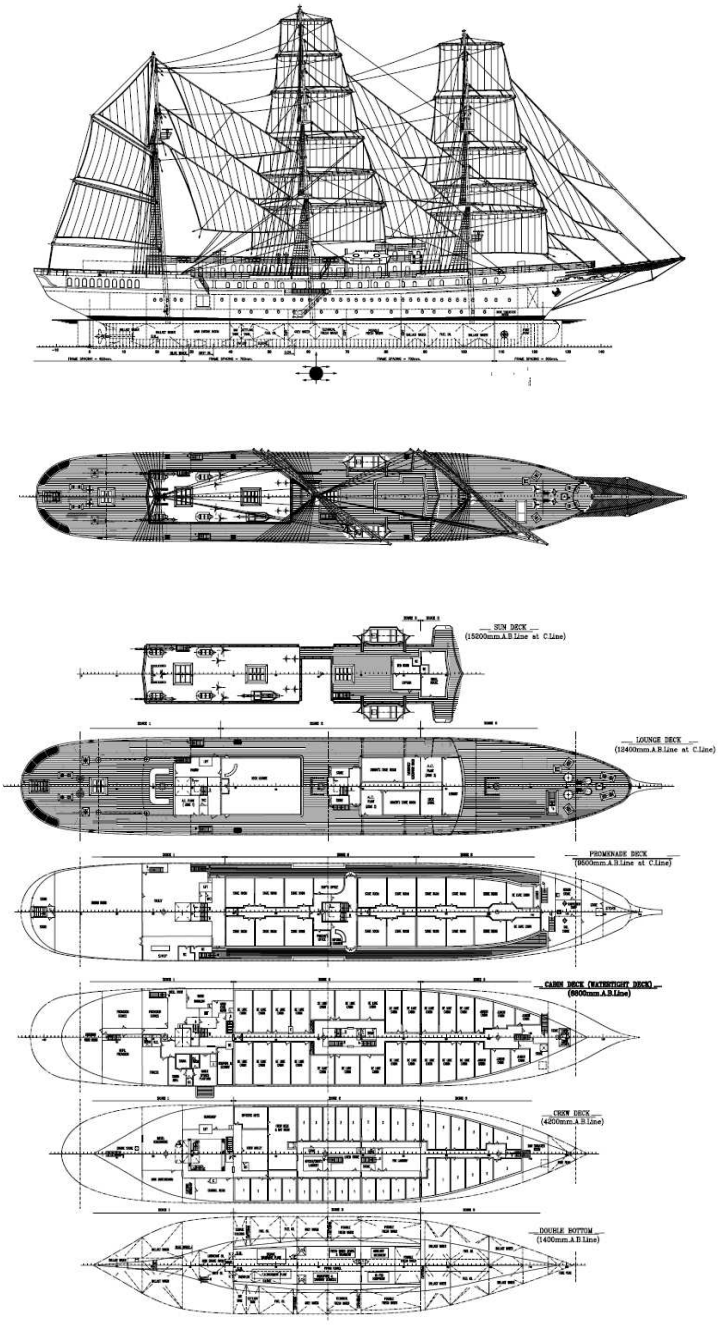
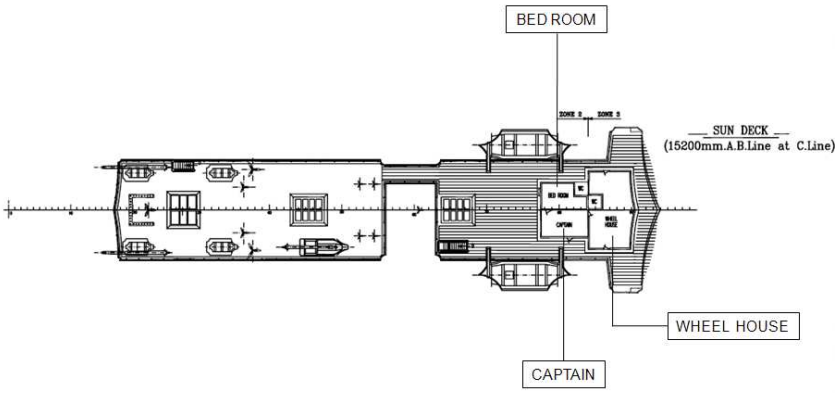



Fig. 21 G.A(General Arrangement)

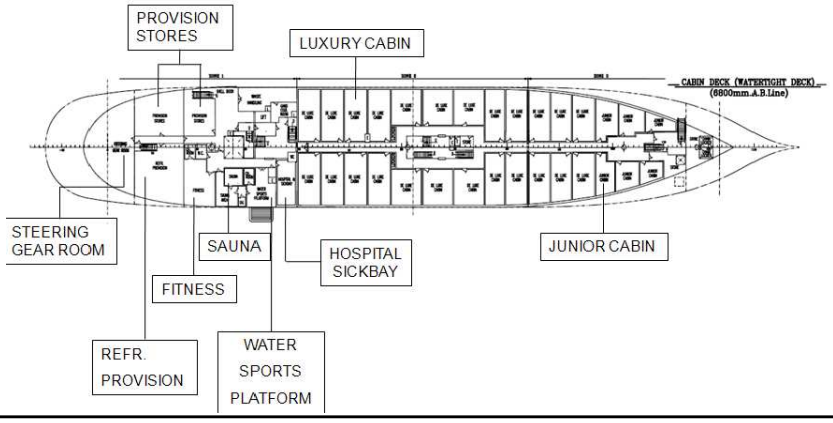
본 연구의 크루즈선은 기본이 되는 크루즈선의 안락성, 편의시설, 고속을 중심으로 Sail을 장착함으로서 쾌적성, 연료절감, 저진동, 저소음 그리고 유럽형 디자인을 구사함을 목적으로 하였다. Sail은 SHIPTYPE으로 3개의 Mast에 사각돛(종범)을 장착, 선수의 보스프릿(Bow sprit)과 각 마스트 사이의 Stay에는 삼각형의 종범을 장착하고, Mizzen mast에는 spanker를 장착하였다. SHIPTYPE은 주로 대형선에 쓰이며, 순풍에 유리하고 감범하는데 편리한 타입이다. 또한, 적도나 무풍지대에서는 CPP(Controllable pitch Propeller, 가변피치 프로펠러)를 사용할 수 있는 기범선의 형태로 디자인해 보았다.

DECK는 SUN DECK, LOUNGE DECK, PROMENADE DECK, CABIN DECK(WATERTIGHT DECK), CREW DECK, DOUBLE BOTTOM으로 총 6개의 DECK로 구성되었다.

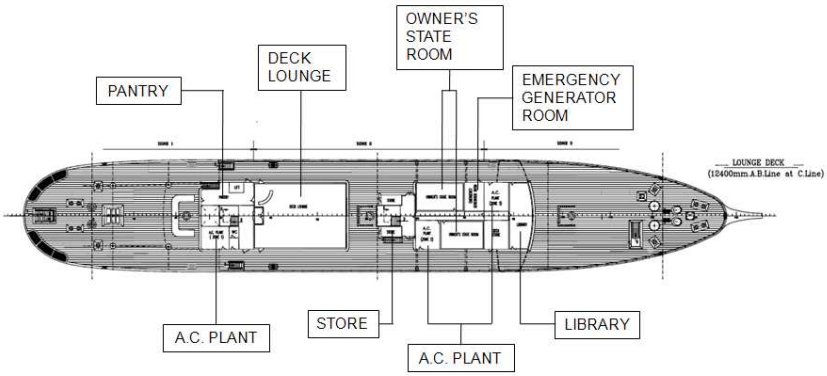
**Deck의 평면 / 내부공간구성 및 배치**



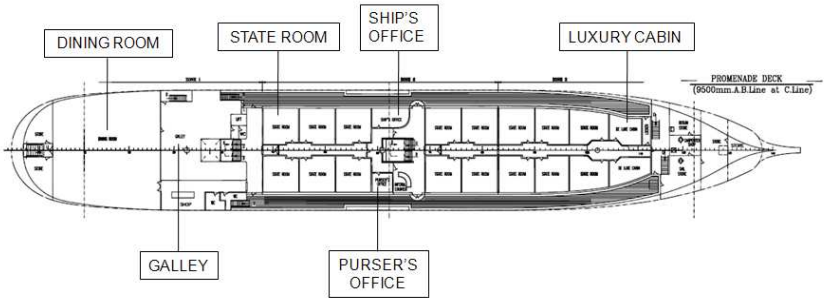

▸ SUN DECK -선장실과 조타실, 응급상황을 위하여 구명보트를 배치하였다.



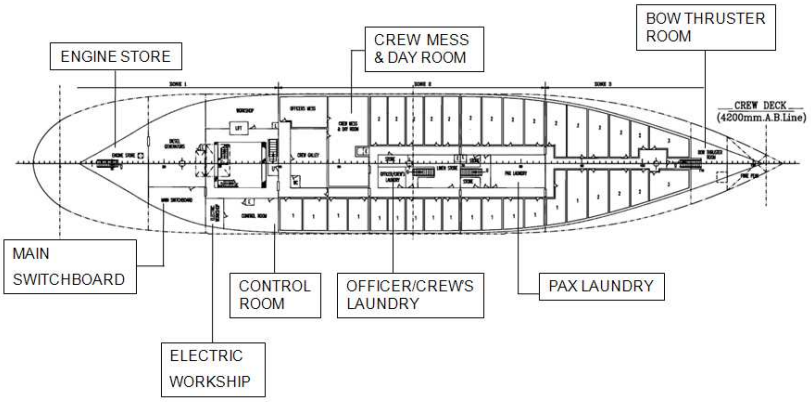

▸ **CABIN DECK(WATERTIGHT DECK)** -24개의 LUXURY CABIN과 6개의 JUNIOR CABIN으로 구성되었다. SAUNA, FITNESS 등 레져공간을 편하게 이용할 수 있게 하였으며, 식량창고, 냉장식품 창고 등을 배치하였다.



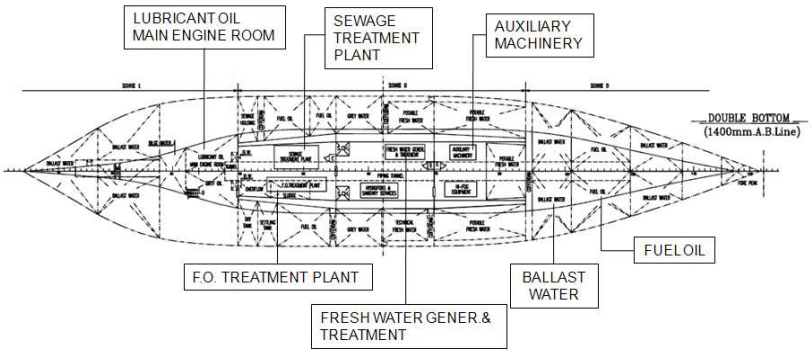

▸ **LOUNGE DECK** -최대한 공간 활용을 위하여 보조기계 장치와 나누어 놓았다. 주시설물은 DECK LOUNGE, 식료품저장실, 응급발전실, 장서실, 회의실로 구성하였다.




▸ **PROMENADE DECK** -STATE ROOM 16개와 LUXURY CABIN 2개로 구성되었으며, sailing선의 안락함을 위하여 DINING ROOM을 뒤쪽에 배치하였다.




▸ CREW DECK -크게 선수부는 승무원 거주구역과 업무구역으로 나누었으며, 승무원의 객실은 34개로 구성되었다.




▸ DOUBLE BOTTOM -엔진룸, BALLAST TANK, 중유 및 하수처리 공간으로 구성되었다.

# 제 5 장 결론

본 논문에서는 크루즈선에 Sail을 장착한 선박에 대한 개념설계를 수행하였다.

크루즈 선박에서 관광객의 선상생활과 밀접한 관계를 가지고 있는 객실 공간을 대상으로 공간의 유형을 분석하여 최적화하였다.

국내에서 크루즈 선의 lines를 확보하는 것이 쉽지 않아 각종 자료들을 토대로 하여 크루즈선의 선형을 설계하였다. 설계된 선형의 특성을 파악하고자 CFD code인 SHIPFLOW를 사용하여 수치해석을 수행하였다. 수치해석 결과를 토대로 저항계산을 수행하였으며 이를 바탕으로 유효마력을 추정하였다.

Sail은 대형선에 주로 쓰이며 순풍에 유리한 Shiptype으로 디자인 하였다. 추진효율의 경우, 목표항로인 오세아니아의 표준 풍속 5m/s에서 Sail만 사용시 12 knots의 속도를 낼 수 있으며 Sail과 Propeller를 동시에 사용하는 경우 22.5%의 마력 절감을 할 수 있다.

본 논문의 최종 목적은 크루즈선에 Sail을 장착한 선박에 대한 개념설계를 수행하고 이를 통해 향후 많은 각광을 받게 될 크루즈선 시장에서 Sail Cruise 선의 가이드라인을 제시하고자 하였다. 이와 관련하여 더 많은 연구가 진행되고, 많은 자료가 쌓인다면, Cruise시장에서 많은 수요가 있을 것으로 사료된다.

# 참 고 문 헌

1. 이한석, 변량선,“국내항로형 크루즈선박의 실내공간계획에 관한 연구”, 한국실내디자인학회 28호, 2001, 09, p84-91

2. 윤영선, “크루즈 선박 갤실 공간의 디자인 특성에 관한 연구", 2002

3. 박일룡, 김우전, 반석호, “Twin-skeg형 컨테이너선 주위의 격자계 생성과 유동해석”, 대한조선학회 논문집, 제 41권 1호

4. 김동준, 박현수, 최경식, “신조 크루즈 선박의 설계 및 건조 경향에 관한 조사 연구”, 대한조선학회 춘계학술대회 논문집, 제 42권, 제 2호,p.151-158

5. 장학수, 이화준, 주형렬, 전호환, “고속 대형여객선의 선형 특성에 관한 연구”, 대한조선학회 논문집, 제 40권, 제 4호, p.1-7, 2003

6. 이귀주, 좌순원, 선재욱 “실험적 방법 및 수치계산 방법(SHIPFLOW)을 이용한 LPG 선형 유동해석 비교 및 고찰”, 춘계조선학회 대회, 2003

7. 이귀주, “실험유체역학”, 도서출판 정자나무, 1998

8. 이한석, 현범수, 김동준, “크루즈선 설계:건축디자인과의 만남”, 대한조선학회집, 제 37권, 제 3호, p.20-30, 2000

9. Jackson, P.S. Modelling the aerodynamics of upwind sails. Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics, 63, p.17-34, 1996

# 저작물 이용 허락서

| 학 과 | 선박해양공학과 | 학 번 | 20077460 | 과 정 | 석사 |
|---|---|---|---|---|---|
| 성 명 | 한글 김 현 훈 | 한문 金 鉉 勳 | | 영문 Kim Hyun-Hun | |
| 주 소 | 광주광역시 북구 본촌동 현진에버빌 101동 1501호 | | | | |
| 연락처 | E-mail : dubukong@nate.com | | | | |
| 논문제목 | Sail Cruiser의 개념설계 | | | | |
| | Concept Design of Sail Cruiser | | | | |

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 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 편집과 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 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물 이용의 허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속 대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

**동의여부 : 동의( ○ ) 반대( )**

2009년 2월 25일

저작자: 김 현 훈 (인)

# 조선대학교 총장 귀하