



3차원 휴먼 시뮬레이션을 이용한 세일링 요트의 거주구역 설계 및 검증

민 경 철*
(거제대학교)

Accommodation Area Design and Verification of Sailing Yacht Using 3D Human Simulation

Kyong-Cheol MIN*
(Koje College)

Abstract

In this study, three-dimensional human simulation has been performed to verify and design for the accommodation area of cruiser/racer sailing yacht. The leisure boat sells the finish product. Accordingly, the exterior and interior design are very important as the needs of various consumers could be satisfied. The beautiful exterior and the cabin space are the most effective method to raise the value of goods on the leisure boat. And the sailing yacht in the leisure boat must satisfy IMS regulation to join a sailing yacht race. In order to design the cabin space whether the accommodation is suitable in the IMS regulation sailing yacht, I used the digital human model in present paper. As a result, the cabin space which is designed satisfied the IMS regulation.

Key words : 3D simulation, Accommodation area, Sailing yacht, IMS, Digital human

I. 서 론

최근 주말 여가의 패러다임이 주 5일제 근무와 같은 사회적 요소의 변화와 국민 소득의 향상으로 육상레저에서 해양레저로 바뀌고 있다. 서핑과 소규모 요트와 같은 보다 폭넓은 해양레저문화를 접하기 시작하면서 해수욕, 낚시 등과 같은 기존의 해양레저문화에서 같이 참여하여 즐기는 해양레저문화로의 인식전환이 급격히 이루어지고 있다. 이와 더불어 정부에서는 해양레저문화의 거점인 마리나(Marina) 설치를 지원하기 위해 국가지원 거점형 마리나항만 조성사업

(해수부)을 추진하고, 각 지자체들은 해양레저관련 산업을 육성하기 위해 많은 노력을 하고 있다. 해양레저장비산업의 세계 시장은, 2008년 기준으로 472억 달러, 2020년 예상 600억 달러 규모에 달하며, 등록 대수만 하더라도 약 2,360만 척을 상회하며, 매년 103만 척의 신규 시장이 발생하고 있는 것으로 나타나고 있어 해양레저장비 산업은 새로운 먹거리 산업으로서의 역할과 더불어 침체 일로에 있는 국내 중소형 조선소의 블루오션이라고 할 수 있다(Park et al., 2006).

이러한 해양레저장비 산업의 대표적인 장비인 세일링 요트, 모터보트 등의 레저형 선박 개발에

* Corresponding author : 055-680-1685, 010-4575-5459, kcmin@koje.ac.kr

는 조선공학뿐만 아니라 소재부품, 인간공학, 감성공학, 디자인 기술 등이 접목된 하이테크 메카트로닉스 기술이 요구된다. 특히 레저형 선박은 선주의 요구에 의해 건조하는 대형 선박과는 달리 완성된 제품을 판매하는 형태가 대부분으로 소비자의 다양한 요구(Needs)를 충족시킬 수 있는 외형 디자인 및 인테리어 설계가 중요하다. 그러나 국내의 레저형 선박관련 기술은 선실 설계 분야에서 선진국의 기술 수준 대비 55% 정도이며 인테리어관련 선진국과의 기술격차는 10년 이상으로 조사되고 있다(RIMS, 2010).

자동차 산업과 같이 단일 글로벌 시장(Global Market)을 형성하고 있는 레저형 선박의 경우, 세계적인 수준의 제품을 개발하지 못하면 수출은 물론 국내 시장에서도 살아남을 수 없는 현실이기에 지속적인 관련기술의 습득과 개선하려는 노력이 필요하다.

현재 레저형 선박 시장으로의 진출을 계획하고 있는 국내의 중소형 조선소가 경쟁력을 확보하기 위해서는 우리나라가 보유하고 있는 전통적인 조선공학 기술을 기반으로 외형 디자인(Exterior design) 설계, 거주구역의 최적배치설계, 기기류 및 계기들의 효율적 배치설계 등의 기술이 적용되어야 하고 이를 위해서는 3차원 정보를 활용한 3차원 시뮬레이션 기술이 필수적이다. 이러한 관련 기술의 필요에 따라 국내에서도 레저형 삼동선형, 보급형 요트의 선형개발, 크루저/레이서급(Cruiser/Racer) 세일링 요트의 개발 등 레저형 선박의 설계와 건조를 위한 다양한 연구가 수행되었으나 대부분 선형 설계 및 성능해석 분야에 중점을 두고 수행되었으며, 거주구역 설계와 관련된 연구는 드문 편이다(Kim & Yoo, 2006; Park et al., 2006).

따라서, 본 연구에서는 3차원 시뮬레이션 기법을 이용하여 크루저/레이서급 세일링 요트의 거주공간을 IMS(International Measurement System)의 규정에 만족하도록 설계하였다. 그리고 디지털 휴먼(Digital human) 모델을 이용하여 설계된

세일링 요트의 거주공간이 대다수의 이용자들에게 적합함을 검증하였다.

II. IMS의 세일링 요트 거주구역 규정

딩기(Dinghy)와 같은 동일 규격의 소형 세일링 요트 경기가 아닌 여러 종류의 세일링 요트들이 참여하는 레이싱급 또는 크루저/레이서급 요트 경기에서는 참가하는 요트들 사이의 형평성을 위하여 어느 정도의 규제가 필요하다. 세일링 요트 경기 시 발생할 수 있는 여러 가지 불공평성을 보완할 목적으로 ORC(Offshore Racing Council)에서 제정한 핸드캡 제도가 IMS이다(Park, 1997).

IMS 규정에는 선내설비 규정 외에도 사용허가재료, 적재 가능한 세일의 수, 배수량 및 선원들의 중량에 대한 제한 등이 있다. 그리고 건조단가의 억제, 안정성 향상, 거주설비의 표준화 등을 통하여 소수가 아닌 모든 사람들이 참여하여 즐길 수 있는 세일링 요트 경기를 목적으로 하고 있다(ORC, 2008).

1. 거주구역 길이와 선내용적 기준

2008년 개정된 IMS 규정에 의하면, 2005년 2월 1일 이후에 만들어진 세일링 요트는 전 길이(Length Over All, LOA)와 $1.8 \times (LOA \times B_{MAX})^{0.5}$ (Extreme Breadth, B_{MAX})중 작은 쪽을 거주구역 길이(Accommodation Length, AL)로 한다. 2005년 2월 1일 이전에 만들어진 세일링 요트는 전 길이(LOA)와 $3.25 \times B_{MAX}$ 중 작은 쪽을 거주구역 길이로 한다.

선체 내부의 가장 낮은 위치에서 $0.001 \times AL^{1.9}$ 위의 수선과 평행한 임의의 선을 LRD(Lower Reference Datum)라 하고 이를 기준으로 선실 높이(Interior Height, IH)를 구한다.

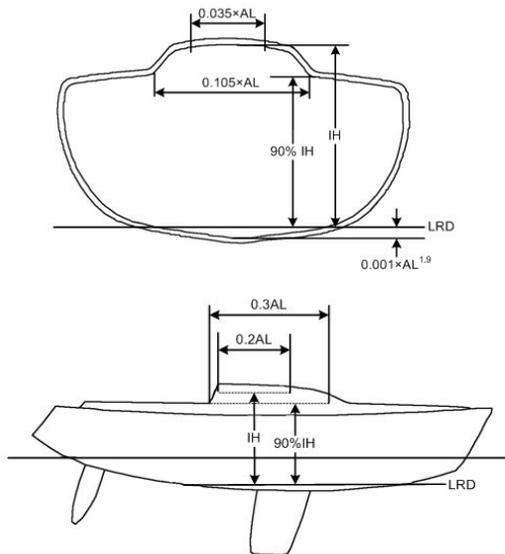
거주구역 길이가 8.5m 이상인 세일링 요트의

선실 높이는 식 (1)에서, 8.5m 미만인 경우는 식 (2)에서 계산한다.

$$IH = 1.5758 + 0.1656 \times \sqrt{AL - 3.5} \quad \dots\dots (1)$$

$$IH = 1.5758 - 0.2220 \times \sqrt{8.5 - AL} \quad \dots\dots (2)$$

세일링 요트의 길이방향으로 0.2AL, 횡방향으로 0.035AL의 범위에서 LRD로부터의 높이가 선실 높이의 100% 이상, 또는 길이방향으로 0.3AL, 횡방향으로 0.105AL의 범위에서 LRD로부터의 높이가 선실 높이의 90% 이상이면 선내 용적(Interior Volume)을 만족시키는 것으로 한다. [Fig. 1]은 IMS에서 정의한 세일링 요트의 LRD와 선실 높이, 선내 용적의 기준을 보여주고 있다.



[Fig. 1] Interior height and volume of IMS regulation

2. 거주구역

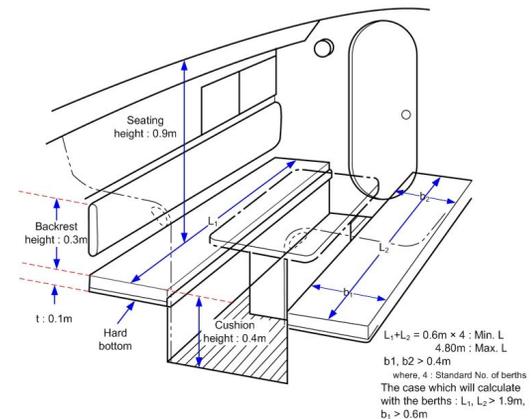
세일링 요트의 내부는 거주공간, 침실공간, 주방공간, 항해에 필요한 공간, Head compartment 및 크기에 따라 요구되는 필수적인 시설이 포함되어야 한다. 거주공간과 침실공간은 <Table 1>에서와 같이 격벽으로 분리되어야 한다. 격벽의 통로는 70cm를 넘으면 안 되며, 거주구역의 길

이가 14m를 넘는 대형 선박은 문이 있어야 한다.

<Table 1> Necessary of accommodation area

AL(m)	<8.5	8.5 ~ 14.0	14.1 ~ 18.0	>18.0
Living Area	1	1	1	1
Sleeping Area	1	1	2	3
No. of bulkhead	0	1	2	3

거주공간에는 탁자와 등받이가 있는 긴 의자(Settees)가 있어야 하며, 거주공간의 80%는 90% 선실 높이 공간 내에 위치해야 한다. 테이블 역시 90% 선실 높이 공간 내에 위치해야 하며, 바닥에 고정되어야 한다. 등받이가 있는 긴 의자에는 침대의 표준수(거주구역 길이가 9.7m인 경우 4개)와 동등한 수의 선원들이 앉을 수 있어야 한다. [Fig. 2]는 IMS에서 정의한 거주공간의 규정을 보여주고 있다.



[Fig. 2] Living area regulation of IMS

침실공간에는 침대와 개인 사물함이 있어야 하며, 90% 선실 높이가 폭 0.3m, 길이 0.035×AL에 걸쳐 필요로 한다. 거주구역 길이가 8.5m 이상인 선박은 침대의 길이가 1.9m 이상, 침대 길이의 1/4 위치에서 측정한 폭이 0.6m 이상, 침대 위 공간의 높이는 0.5m 이상이 되어

야 한다. 그리고 매트리스의 두께는 부드러운 재질은 0.03m, 딱딱한 재질은 0.1m 이상이 되어야 한다. 2000년 1월 1일 이후 건조된 선박은 매트리스를 포함한 침대의 최소 높이를 바닥에서 0.3m 이상으로 규정하고 있다.

주방공간은 침실과 분리되어야 하며 서서 작업하기 편리한 공간으로 선실 높이 내에 있어야 한다. 스토브(Stove)는 항해 중 안전하게 이용할 수 있도록 수평을 유지해야 하며, 거주구역 길이가 8.5m~11m인 선박에는 2개의 스토브가 있어야 한다. 그 외에도 고정된 배수대와 수납장, 냉장고 등이 있어야 한다.

거주구역 길이가 8.5m~11m인 선박에는 해도 작업을 할 수 있는 공간과 수납공간이 있어야 한다. 그리고 거주구역 길이가 8.5m 이상인 선박에는 90% 선실 높이 내에 격벽과 문으로 분리된 Head compartment가 있어야 한다. 그 넓이는 문을 닫은 상태에서 서거나 앉거나 돌 수 있어야 한다.

III. 세일링 요트의 거주구역 설계

레저용 선박은 일반적인 선박이 가지고 있는 안정성, 선회성 등의 기본적인 요소뿐만 아니라 아름다운 외관 및 쾌적하고 안락한 실내공간이 요구된다. 선형 및 선체 설계단계에서 선박의 전반적인 성능과 가치 결정이 이루어진다면, 그 부가가치를 창출하고 완성하는 단계는 선실 인테리어 설계라고 할 수 있다. 특히 미려한 외관과 기능적이고 아름다운 내부공간은 레저용 선박의 상품성을 높이는 가장 효율적인 방법이다(Kim & Yoo, 2006; Lee & Byun, 2007).

레저용 선박중 크루저/레이서급 세일링 요트는 연안 항해와 경기 참가를 목적으로 하는 목적상 선내에 주거 공간의 설치를 필요로 한다. 이 장에서는 크루저/레이서급 세일링 요트로 개발된 BBHH 971의 주거 공간이 IMS 규정에 적

합한지를 살펴보고, 협소한 공간인 세일링 요트의 거주 구역을 최적화하기 위하여 3차원 시뮬레이션 기법을 이용하여 설계를 수행하였다.

1. BBHH 971의 거주구역 길이와 선내용적

BBHH 971은 킬 및 러더 골격재(Back Bone) 가공을 시작으로 선체의 제작을 완료하였다. <Table 2>는 BBHH 971의 주요 치수를 보여주고 있다.

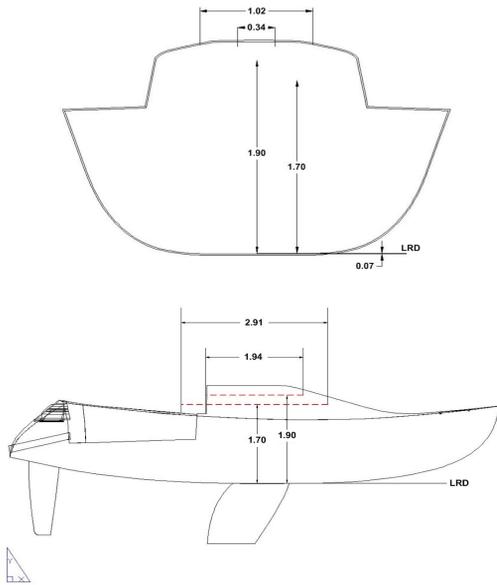
<Table 2> Main dimension of BBHH 971

LOA	LWL (Length Waterline)	B _{MAX}	▽
9.71m	8.19m	3.50m	4.71ton

개정된 IMS 규정에 의거하여 BBHH 971의 거주구역 길이를 계산하면, $1.8 \times (L_{OA} \times B_{MAX})^{0.5}$ 가 10.5m이고 LOA가 9.71m이므로 9.7m(소수점 둘째자리부터 생략)를 거주구역 길이로 한다. 개정 전의 규정을 적용하더라도 $3.25 \times B_{MAX}$ 가 11.4m이므로 거주구역 길이는 9.7m가 된다.

LRD는 선체 내부의 가장 낮은 지점에서 0.07m 위쪽에 위치하며, 선실 높이는 식 (1)에 의하여 1.9m가 된다. BBHH 971의 선내 용적은 횡방향의 0.035AL 범위에서 2.08m, 0.105AL 범위에서 2.05m로 IMS의 규정을 충족시키고 있다. 그러나 길이방향의 0.2AL 범위에서는 IMS의 규정을 거의 만족시키고 있으나, 0.3AL 범위에서는 IMS의 규정을 충족시키지 못하고 있다.

이는 IMS의 선내 용적 기준이 선박의 길이방향과 횡방향에서의 높이로만 규정되어 있기 때문이다. BBHH 971은 일반적인 세일링 요트에 비해 갑판이 선수쪽으로 나와 있고, 폭이 넓은 선형으로 설계되었다. 이런 점을 고려하면 BBHH 971의 선내 용적은 동급의 세일링 요트에 비교하면 적지 않다고 보인다. [Fig. 3]은 BBHH 971의 선실 높이 및 선내 용적을 보여주고 있다.



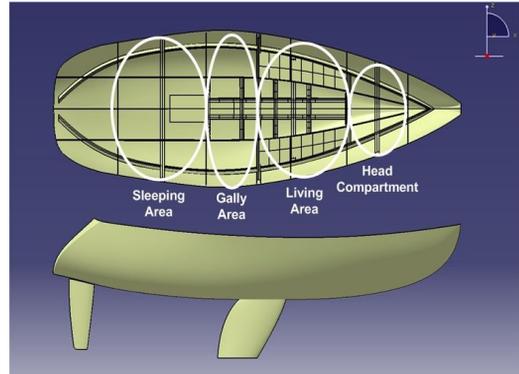
[Fig. 3] Interior height and volume of BBHH 971

2. BBHH 971의 거주구역 설계

BBHH 971은 크루저/레이서급 세일링 요트이므로 선실 내부에 거주공간, 침실공간, 주방공간 및 항해용 탁자 그리고 Head compartment를 가지도록 설계되어 있다. 크루저/레이서급 세일링 요트는 크루저급 세일링 요트에 비해 상대적으로 갑판 면적이 넓고, 선실 출입구가 앞쪽에 위치하고 있다. 이에 따라 출입구의 계단을 기준으로 앞쪽에 침실을 제외한 나머지 공간을 배치하였다. 이는 BBHH 971이 상대적으로 넓은 폭을 가지고 있어서 계단 뒤쪽의 공간에 비해 앞쪽의 공간이 비교적 넓은 특성을 갖고 있기 때문이다. [Fig. 4]는 선실 내부에 위치한 각 공간의 배치 계획을 보여주고 있다.

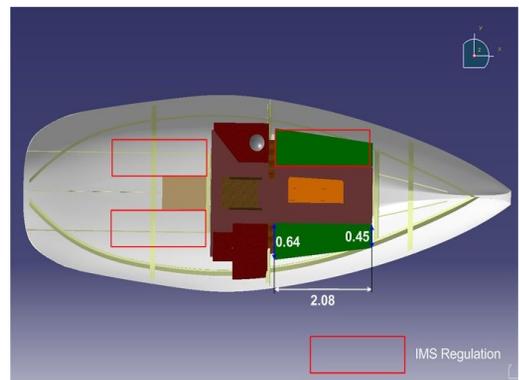
거주공간과 침실공간은 IMS 규정에 정한 바와 같이 격벽으로 구분하였으며, 거주공간에는 탁자와 등받이가 있는 긴 의자가 놓이도록 설계하였다. 거주구역 길이가 9.7m인 BBHH 971은 최소 3개의 침대가 있어야 하나 거주공간의 긴 의자를 침대로 사용 가능하도록 설계하여 IMS

규정을 충족시키고자 하였다.



[Fig. 4] Accommodation area of BBHH 971

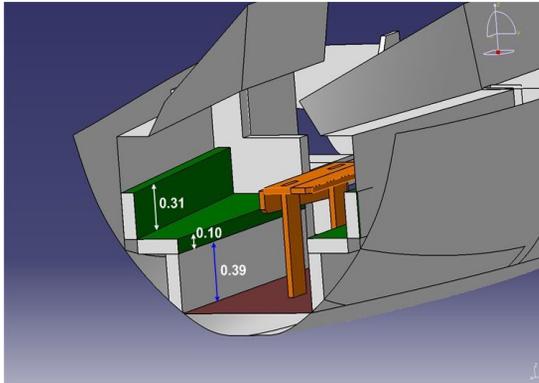
BBHH 971의 침실공간은 길이방향으로 2.11m, 횡방향으로 1.80m~2.25m로 3개의 침대가 놓일 수 있는 공간이다. 그러나 침실공간의 중앙에 연료 탱크가 위치하고 있어 가장자리로 2개의 침대를 배치하도록 설계하였다. 거주구역에 배치한 긴 의자는 길이방향으로 2.08m, 횡방향으로 0.45m~0.64m로 설계되었다. [Fig. 5]는 침실공간의 치수와 거주공간에 배치된 긴 의자의 치수를 보여주고 있다.



[Fig. 5] Measurement of berth and settees

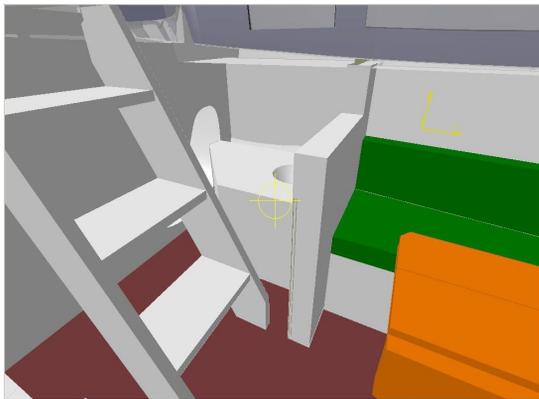
침대 겸용으로 사용되는 긴 의자의 길이는 규정을 충족시키고 있으나, 짧은 쪽의 폭이 규정에 비해 약 0.15m정도가 부족하므로 긴 의자는 IMS의 규정을 충족시키지 못하고 있다. 이는 선수

쪽으로 갈수록 급격하게 폭이 줄어드는 선형의 특징과 거주구역 길이 내에 거주공간, 침실공간, 주방공간 등의 다양한 시설이 배치되어야 하기 때문이다. [Fig. 6]은 바닥에서부터 의자 쿠션까지의 높이와 등받이의 높이가 IMS 규정을 만족시키고 있음을 보여주고 있다.



[Fig. 6] Cushion and backrest height of BBHH 971

주방공간은 출입구 계단 가까이에 위치하도록 설계하였으며, Head compartment에는 화장실을 설치하여 사용자들의 편의를 도모하였다. [Fig. 7]은 선실 내부의 주방과 출입구 계단을, [Fig. 8]은 선실 인테리어 전의 거주공간과 출입구의 계단 근처를 보여주고 있다.

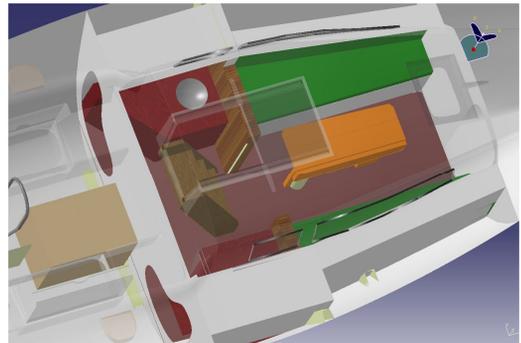


[Fig. 7] Gally area and stairway of BBHH 971



[Fig. 8] Living and gally area before interior design

[Fig. 9]는 가상공간에 구축된 BBHH 971 내부의 거주공간, 주방, 탁자 등 거주구역의 전체적인 모습을, [Fig. 10]은 거주구역 인테리어 공사가 끝난 이후 선실 내부의 실제 모습을 보여주고 있다.



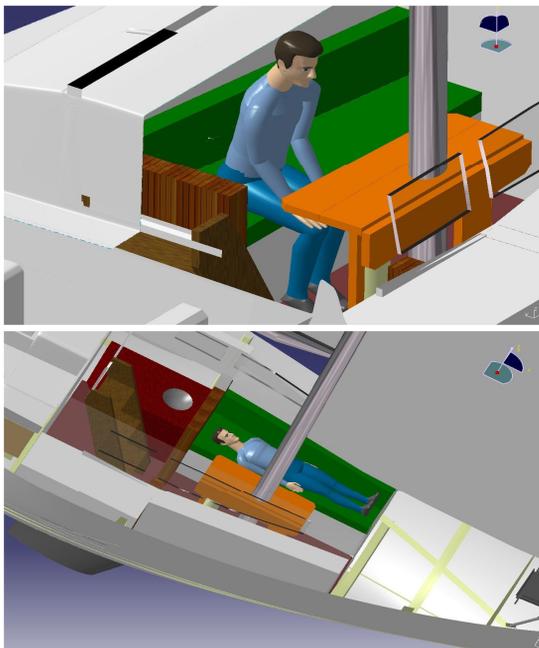
[Fig. 9] Accommodation area of BBHH 971 in virtual environment



[Fig. 10] Accommodation area after interior design

IV. 3차원 휴먼 시뮬레이션을 이용한 세일링 요트의 설계 검증

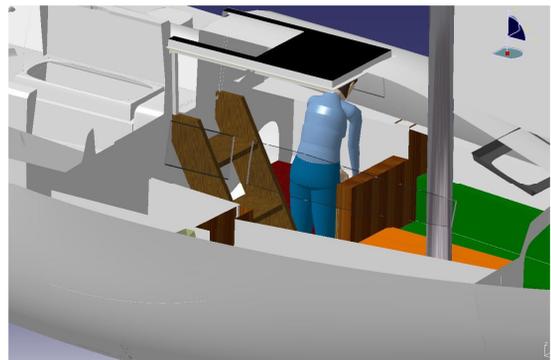
레저용 선박의 선실은 육상의 주거공간에 비해 그 크기가 협소함에도 불구하고 쾌적하고 여유로운 세일링을 즐기기 위해서는 거주구역의 배치설계가 매우 중요하다. 이에 따라 레저용 선박의 거주구역 설계시에는 최대한의 공간 활용을 위해 인간공학적인 검토를 바탕으로 한 최적화된 배치계획이 이루어져야 한다. 인간공학 시뮬레이션에서 사용되는 디지털 휴먼은 주로 5th, 50th, 95th 백분위수(Percentile) 마네킹이다. 한정된 공간에서 활동이 가능한지를 확인하거나 통행이 가능한지를 확인하는 공간확보 시뮬레이션에서는 대다수의 이용자들의 활동이 가능한지를 확인하기 위하여 95th 백분위수 마네킹을 주로 사용한다(Lee et al., 2004). 본 연구에서는 상용 프로그램의 모듈을 이용하여 주거공간에서의 이용자 자세와 설계된 공간의 적절성을 검증하였다.



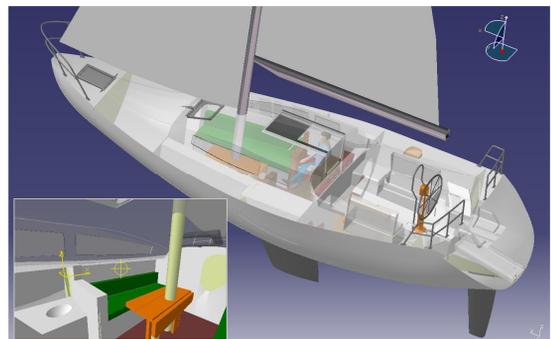
[Fig. 11] Posture of digital human on the settees

[Fig. 11]은 가상의 거주공간에서 긴 의자에 앉아있는 디지털 휴먼의 자세와 누워 있는 디지털 휴먼의 모습을 보여주고 있다. 디지털 휴먼의 키는 한국 성인남성의 95th 백분위수에 해당하는 약 180cm로서 대다수의 이용자가 거주공간에 배치된 긴 의자에 앉거나 침대로 사용하는 것이 불편하지 않음을 보여주고 있다. [Fig. 12]는 대다수의 이용자들이 주방공간에 선 자세로 작업이 가능하며, 스토브, 고정된 배수대, 수납장 등이 놓일 공간이 확보되었음을 보여준다.

[Fig. 13]은 제품(Product)인 BBHH 971과 디지털 휴먼에 의해 가상공간에 구축된 크루저/레이서급 세일링 요트의 전체적인 모습 및 거주공간에서 디지털 휴먼이 선실 내부를 바라보고 있는 모습을 보여주고 있다.



[Fig. 12] Digital human in the galley area



[Fig. 13] Layout of BBHH 971 in virtual environment

V. 결론

세일링 요트를 비롯한 레저형 선박은 다양한 소비자들의 요구(Needs)를 만족시킬 수 있는 선형 디자인과 선실 인테리어 설계를 통하여 그 상품성을 최대한 높일 수 있다. 가상공간에 시뮬레이션된 3차원 선박모델은 소비자들이 레저형 선박의 선택 시 많은 영향을 미치는 인테리어 디자인 설계와 융합하여 우수한 품질과 외형 디자인을 가지는 레저형 선박의 설계 및 생산이 가능하다.

본 연구에서는 3차원 휴먼 시뮬레이션 기법을 이용하여 크루저/레이서급 세일링 요트인 BBHH 971의 선실 인테리어 설계를 수행하였으며, 경주에 참여하는 세일링 요트에게 요구하는 IMS의 거주구역 규정을 대부분 만족함을 보였다. 그리고 실제 인간과 동일한 신체적 속성을 갖는 95th 백분위수 디지털 휴먼을 이용하여 설계된 선실이 IMS 규정에 적합함을 보였고 대다수의 이용자들이 선실에서 큰 불편 없이 활동할 수 있음을 검증하였다.

추후 선체의 크기 제한을 완전히 극복할 수 있는 최소 주거공간의 개념을 적용한 3차원 설계기법의 개발과 레저형 선박의 인테리어 시공에 익숙한 기술자의 확보, 불규칙한 3차원 곡면으로 이루어진 선박의 내부를 최대한 활용할 수 있는 공법의 개발 등이 이루어진다면 국내에서 설계·제작된 레저형 선박의 세계 시장 진출도 가능할 것이다.

References

ICOMIA(2013). Boating Industry Statistics

Kim, Sung-sik & Yoo, Jae-hoon(2006). Cabin Space Interior Design Based on Ergonomics, Bulletin of the Society of Naval Architects of Korea, 43(2), 10~17.

Lee, Chang-Min · Lee, Jang-Hyun · Kim, Yong-Gyun · Kim, Won-Don & Shin, Jong-Gye(2004), 3D Digital Mockup and Simulation based Verification for Warship Design, Proceeding of the Society of Naval Architects of Korea, 225~230.

Lee, Han-Seok & Byun, Lyang-Soun(2007). A Study on Space Arrangement and Interior Space Division of Superyachts, Korean Institute of Interior Design Journal, 16(6), 224~231.

ORC(2008). "International Measurement System 2008".

Park, Gen-Ong · Kim, Dong-Joon · Park, Jong-Heon · Kim, In-Chul & Sim, Sang-Mog(2006). Development of Cruiser/Racer Version Sailing Boat Based on the Traditional Fishing Boat, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, 43(4), 504~511.

Park, Gen-Ong(1997). SAILING CRUISER, Lighthouse Yacht Club.

RIMS(2010). A Report of Competitiveness Enhancement Project of Ocean Leisure Equipment Industry

-
- Received : 25 August, 2017
 - Revised : 12 September, 2017
 - Accepted : 21 September, 2017