

조타실과 기관실 근무자의 뱃멀미 민감성에 대한 연구

김득봉* · 김부기**† · 임금수** · 김홍렬** · 김창수***

* 한국해양대학교 대학원, ** 목포해양대학교 실습선, *** 목포해양대학교 대학원

A Study on the Sea-sickness Susceptibility of Seafarer at the Wheel House and Engine Room

Deug-Bong Kim* · Bu-Gi Kim**† · Geung-Su Rim** · Hong-Ryoel Kim** · Chang-Su Kim***

* Graduate School of Koera Maritime and Ocean University, Busan, 606-791, Korea

** Training Ship, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

*** Graduate School of Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 멀미는 구토 증상뿐만 아니라 현기증, 두통, 졸음, 피로감, 무기력증 등을 동반하여 선박운항자의 신체리듬과 판단능력을 저하시켜 해양사고로 이어질 수 있다. 이 연구는 승선경험이 없는 조타실 근무자(실습항해사)와 기관실 근무자(실습기관사)를 대상으로 뱃멀미 민감성에 대하여 조사하였다. 선박의 X, Y, Z축 방향에 대한 선체운동을 측정할 수 있는 선체운동계측장비(motion sensor)를 이용하여 선체의 운동을 계측하였고, 설문을 통해 조타실과 기관실 근무자의 멀미에 대한 증상 정도(VIR, VSR)를 산출하였다. 이 연구를 통해 동일한 상황에서 조타실 근무자와 기관실 근무자간에 느끼는 멀미 정도에 차이가 있다는 것을 알 수 있었으며, 멀미는 선체 움직임의 크기뿐만 아니라 움직임의 주기와도 높은 연관성이 있다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 X축과 Y축 방향 선체운동보다 Z축 방향의 선체운동이 멀미와 상관관계가 높았다. Z축 이외 X축과 Y축에 대한 연구가 진행된다면 조타실과 기관실 근무자의 안전과 선박의 거주성 및 승선감 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 뱃멀미, 선체운동, 선체운동 주기, 선체운동계측장비, 승선감

Abstract : Seasickness not only makes persons on board vessels to vomit but also causes vertigo, headache, sleepiness, fatigue, lethargy and other discomforts. This ailment leads to disturbance of biorhythm and decline of perception which would eventually cause reduction of situational awareness among ship's operators that leads to marine accident. This study is about the sensitivity of people onboard ships to seasickness and focused on deck or navigation officer cadets(apprentice officers) and engine officer cadets(apprentice engineers) who have no previous experiences on board. It is conducted by using motion sensor that can measure ship's X, Y, Z-axis motions and through the questionnaire survey, and evaluated each students' degree of seasickness symptoms. Through this study, in same circumstance, we have known that there are different degrees of motion sickness for wheel house worker and engine room worker, It also confirmed that seasickness have high relationship with degree of hull motion and also, with cycle of hull motion. In addition, we have confirmed that Z-axis hull movement has higher relationship with seasickness than X-axis and Y-axis hull movements. This study aims to initiate additional researches about X-axis and Y-axis of the ship's motion which it expects to greatly enhance safety of wheelhouse and engine room personnel, ship's livability and comfortable sailing.

Key Words : Sea sickness, Ship's motion, Period of ship's motion, Ship's motion monitoring system, Boarding comfort

1. 서 론

선박은 해상 상황에 따라 X, Y, Z축 방향으로 이동 및 회

전운동을 한다. 이를 선체 6자유도운동이라 하며, Surging, Swaying, Heaving, Rolling, Pitching, Yawing으로 구분하고 있다. 이러한 선체운동은 선원과 여객의 승선감 뿐만 아니라 작업능률, 선체구조물과 화물의 안전에도 영향을 미치게 된다. 특히 과도한 선체운동은 선원과 여객에게 멀미 유발, 피로 발생, 의욕 감퇴, 판단력 저하 등을 일으켜 해양사고로

* First Author : kdb@mmu.ac.kr, 061-240-7452

† Corresponding Author : kim60091@mmu.ac.kr, 061-240-7462

이어질 수 있다. 이러한 이유로 조선·해양분야 뿐만 아니라 항공, 도로, 철도교통에서도 멀미(motion sickness)와 관련된 연구가 계속되고 있다. 국제표준기구(International Organization for Standardization : ISO)에서는 이러한 선박이나 차량 등이 인체에 미치는 영향을 지수화하기 위해 뱃멀미 지수(Motion Sickness Incidence : MSI)와 운동유발작업방해횟수(Motion Induced Interrupt : MII) 개념을 도입하여 멀미를 평가하고 있다.

이 논문은 조타실과 기관실에 근무하는 해기사(승선 경험이 없는 실습항해사와 실습기관사)를 대상으로 설문문을 통해 구토발생률(Vomiting Incidence Rate : VIR)과 구토증상지수(Vomiting Symptom Rate : VSR) 산출하였고, 선체운동계측장비를 이용하여 X, Y, Z축에 대한 선체운동 값을 계측하였다. 설문문과 선체운동 계측 결과를 바탕으로 선체 운동과 멀미의 상관관계, 조타실 근무자와 기관실 근무자의 멀미 민감성에 대한 비교·분석을 수행하였다.

2. 문헌 연구

2.1 멀미 유발 원인

멀미의 유발 원인을 설명하는 여러 이론 중 감각갈등(sensory conflict)이론과 자세불안정성(postural instability)이론이 대표적이다.

1) 감각갈등이론

인간은 시각, 청각, 후각, 체감각 및 운동감각과 같은 시·공간적으로 다른 속성을 가진 감각들이 신경계를 통해 통합됨으로써 하나의 응집된 지각적 경험을 하게 된다. 이러한 시각, 청각, 체감각, 전정감각 등의 개별감각들이 실제 생활에서 경험한 값과 다르게 반응할 때에 뇌는 혼란을 야기하고 멀미감을 느끼게 한다. 3D 영화를 보거나 선박조종시물레이션을 할 때에 멀미감을 느끼는 이유를 이론이 뒷받침하고 있다(Han and Kim, 2011).

2) 자세불안정성이론

자세불안정성이론은 움직임의 기본은 환경에 맞게 자세를 안정시키는 것이라고 하는 가정에서 출발하였다. 움직임이 강한 놀이기구를 타거나 흔들리는 자동차에 있을 때 우리 몸은 항상 자세의 안정성을 유지하기 위해 균형을 잡으려 한다. 그러나 자세의 불안정성이 오래 지속되고 자신의 능력으로 자세를 제어할 수 없게 되면 멀미를 유발하게 된다(Han and Kim, 2011).

2.2 멀미 진단 요소

멀미와 함께 동반되는 증상으로는 오심, 구토, 창백한 얼

굴, 식은 땀 등이 있다(Jeong, 2010). Table 1은 멀미와 함께 동반되는 증상을 나타낸 것이다. Golding(1998)은 MSSQ(Motion Sickness Susceptibility Questionnaire)와 주관적 척도(subjective scale)를 이용하여 멀미 증상 정도를 평가하였다.

Table 1. Diagnostic elements of motion sickness

Item	Diagnostic elements
Epigastric awareness	Epigastric discomfort
	Nausea
	Vomiting
Skin sings	Pallor
	Cold sweating
	Dry mouth
Central nervous system features	Headache
	Dizziness
	Drowsiness
	Eye strain
	Apathy

2.3 뱃멀미지수(MSI)

ISO에서는 인체에 영향을 미치는 거동을 저주파운동(0.63 Hz 이하)과 진동(1~80 Hz)으로 나누고 있다. ISO 2631에서는 수진부에 따라 진동을 분류하는데, 착석 상태의 전신 진동, 수완계 진동, 멀미 관련 진동으로 나누어 주파수별로 인체에 미치는 영향을 Fig. 1과 같이 가중치로 정의하여 제시하고 있다. 이 중에서 0.63 Hz 이하의 저주파운동에 일정 시간 노출되면 멀미 증상을 느끼며 특히 0.15Hz 운동(주기 6.7초)에서 가장 높은 멀미 증상을 보인다고 발표하였다(Jang et al., 2003; ISO, 1985; ISO, 1997).

ISO에서는 MSI를 Lawther and Griffin(1987)이 제안한 뱃멀미유발값(Motion Sickness Dose Value : MSDV) 개념을 도입하여 다음과 같이 제안하고 있다(Yoon et al., 2008).

$$MSI(\%) = K_m \times MSDV_z \quad (1)$$

$$MSDV_z = \sqrt{\int_0^T a_w^2(t) dt} \quad (2)$$

여기서, $MSDV_z$: Z축 진동에 대한 뱃멀미유발값

K_m : 상수(승선 미 적응 성인, 1/3적용)

$a_w(t)$: Fig. 1의 가중치 값에 의해 필터링된

가속도(m/s^2)

T : 시간의 분(최소 20분~최대 6시간)

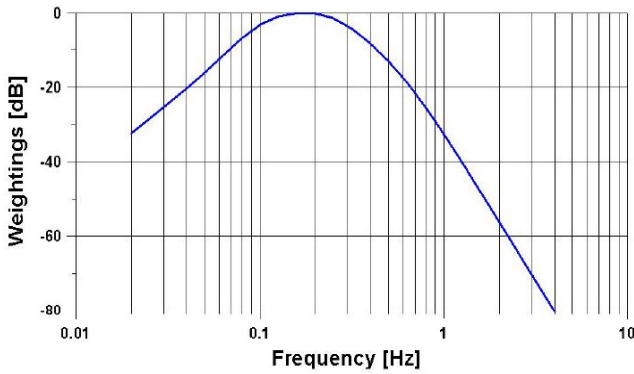


Fig. 1. Weighting values of vertical acceleration components depending on frequencies(ISO 2631, 1997).

3. 실험방법

3.1 실험 대상

1) 피실험자

승선생활에 익숙하지 않은 실습항해사와 실습기관사를 실험대상으로 선발하였다. 피실험자는 실습항해사 41명(여 8명), 실습기관사 46명(여 9명)으로 총 87명(여 17명)이 참여하였으며 감기증세가 있어 감기약을 복용한 학생(4명)을 제외하고 약물 복용은 없었다.

2) 실험선박

실험에 사용된 선박은 4,701톤의 목포해양대학교 실습선 새누리호를 이용하였다. 새누리호의 주요 제원은 Table 2와 같으며 실험기간 중 선박의 트림은 1.2m(선미 침하), GM은 1.4m였다. 경심(Metacenter)의 위치는 Keel에서 7.6m였다.

Table 2. Principal dimensions of T/S 'Saenuri'

Ship's type	Training ship
Gross tonnage / Displacement	4,701 tons / 4,600 tons
Length overall / Breadth	103 m / 15.6 m
Draft(Midship)	5.4 m
Trim / GM	1.2m(by the stern) / 1.4 m

3.2 실험 장비 및 방법

1) 선체운동계측장비

본 연구를 위해 사용한 선체운동계측장비는 해양석유시추시설이나 수로조사선에서 사용되고 있는 관성측정장치센서(Inertial Measurement Unit : IMU)로, IMU 센서는 X, Y, Z축 방향의 3차원 공간정보를 표시하기 위해 센서 내부에 3개의 자이로스코프와 3개의 가속도계, 컴퓨터로 이루어져 있다. 센서 내부에 내장된 컴퓨터는 X, Y, Z축 방향의 각 센서에서 들어오는 신

호를 연산과 필터링을 통해 가속도(m/s²), 속도(m/s), 거리(m), 주기(period) 값 등으로 변환하여 사용자에게 나타낸다. Fig. 2는 선체운동계측장비의 구성, Fig. 3은 데이터 출력 화면, Table 3은 IMU 센서의 성능과 주요 사양을 나타낸 것이다.

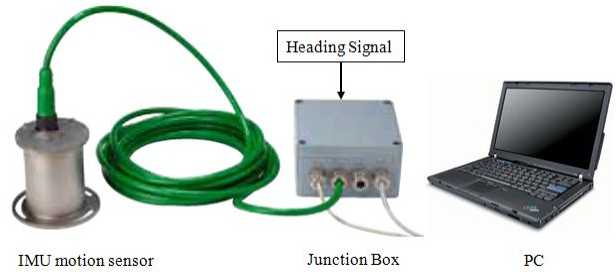


Fig. 2. Configuration of ship's motion monitoring system.

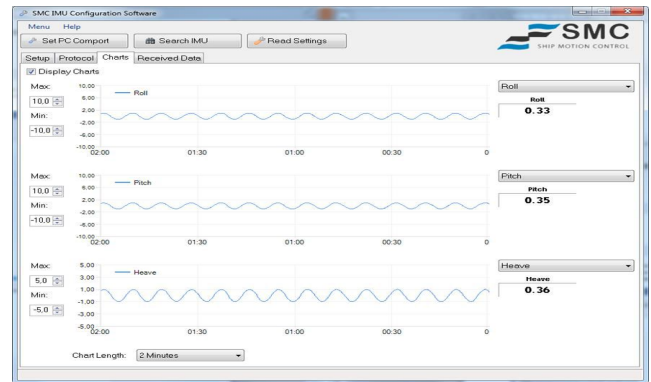


Fig. 3. Data view of ship's motion monitoring system.

Table 3. Principal specification of motion sensor

Model	IMU-108
Maker	SMC Ltd., Denmark
Measurement	Roll, Pich, Acc. X, Y, Z, Heave
Angle accuracy static	0.02° RMS
Angle accuracy dynamic	0.03° RMS
Resolution angle	0.001°
Resolution heave	0.01 m
Angle range Roll/Pich	±30°
Heave range	±10 m
Heave accuracy	5 cm or 5 %
Acceleration accuracy	0.01 m/s ² RMS

2) IMU 센서 설치 장소 및 조타실·기관실의 위치

IMU 센서는 선박의 선수방위(ship's heading) 신호를 받아야 하기 때문에 실험선박의 조타실에 설치하였다. 선체 6자유도운동은 선박의 중심에서 측정하는 것이 가장 이상적이거나, 설치 장소의 공간적 제한과 장비 주변의 정숙성, 장비의 기능

적 특성 등을 고려해 조타실에 설치하였다. 이번 실험에 사용한 IMU 센서는 선박의 가상 중심으로 측정위치를 도치(inversion)시키는 기능이 있어 선박의 가상중심(Virtual center)에서 측정하는 것과 동일한 결과를 얻을 수 있다. 조타실의 위치는 가상중심으로부터 수평방향으로 +19 m, 수직방향으로 +10.4 m 거리에 있으며, 기관실은 수평방향으로 -11.6 m, 수직방향으로 -2.4 m 거리에 있다. 조타실과 기관실의 위치 차이에 따른 운동 특성은 선박이 X축과 Y축으로 1도 경사할 때, Rolling 크기 비율은 4.5:1이며 Pitching은 1.6:1이다. 즉, 1도 Rolling 발생 시 조타실 근무자는 18cm의 움직임을 느끼는 반면 기관실 근무자는 4 cm 움직임을 느끼며, 1도 Pitching의 경우 조타실 근무자는 33 cm의 움직임을 느끼는 반면 기관실 근무자는 20 cm의 움직임을 느낀다. 이번 실험에서 Rolling 최대 각은 3.4도, Pitching 최대 각은 2.1도였으며 Heaving의 크기와 각 선체운동의 주기는 조타실과 기관실이 동일하다. Fig. 4에 IMU 센서의 설치장소와 조타실, 기관실의 위치를 표시하였고 Fig. 5는 각 위치차이에 따른 움직임의 크기 비교를 나타낸 것이다.

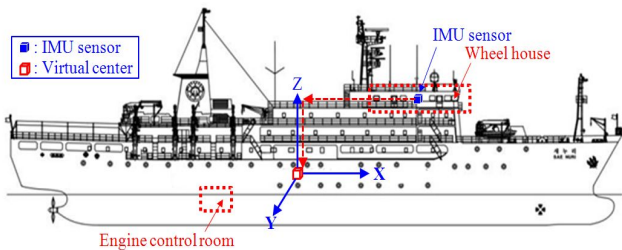


Fig. 4. IMU sensor, wheel house and ECR location.

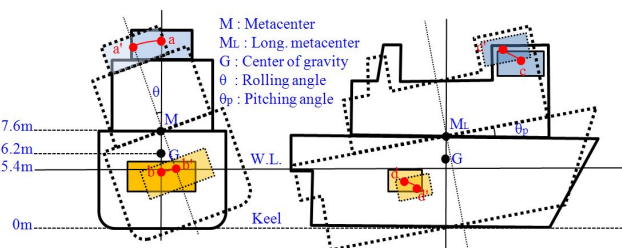


Fig. 5. Location difference of wheel house and ECR.

3) 실험기간 및 기상/해상상태

실험은 Table 4와 같이 2013년 10월 16일부터 10월 31일까지 한국, 중국, 일본을 향해하는 경로에서 실시하였으며, 실험기간 동안 바람과 해상상태는 Table 5와 같이 대체로 양호하였으나 16일과 26일에 북풍과 북서풍이 20~25노트로 강하게 불었으며 파고는 2.5~3.0 m내외였다. 파도와 선박간의 만남 각(Incidence angle)은 선박의 선수를 12시(선미 6시)로 기준하였을 때, 시계방향으로 1~2시와 7~8시였고 선박의 평균 속력은 15.2노트였다.

Table 4. Schedule of the experiment

Route	Date / Time(LT)	Departure → Arrival
Leg 1	16th 08:00-17th 04:00	Mokpo→Qingdao
Leg 2	22nd 10:00-23rd 08:00	Qingdao→Jodo anchorage
Leg 3	26th 15:00-27th 04:00	Jodo anchorage→Nagasaki
Leg 4	30th 16:00-31st 10:00	Nagasaki→Mokpo

Table 5. Wind and sea state during the experiment

Date	Wind		Sea state		Incidence angle(o'clock*)
	Dir.	Scale*	Dir.	Scale*	
16th	N	6	N	5	1-2
17th	N	3	N	3	1-2
22nd	NW	3	N	3	7-8
23rd	NW	3	NW	3	7-8
26th	NW	5	NW	4	7-8
27th	NW	3	NW	3	7-8
30th	NW	3	NW	3	1-2
31st	NW	3	NW	3	1-2

*Scale : Beaufort scale *o'clock : O'clock

4) 실험방법

IMU 센서를 조타실에 설치하여 항해 시작부터 부두 접안 시까지 선체 운동을 계측하였고, 피실험자의 VIR과 VSR을 알아보기 위해 동일 시간(당직교대 후 2시간 후)에 각 근무 위치에서 설문을 수행하게 하였다. 조사된 설문자료와 선체 운동 계측값을 바탕으로 VIR과 VSR를 산출하였고 조타실 근무자(실습항해사)와 기관실 근무자(실습기관사)의 멀미 증상에 차이가 있는지 비교·분석하였다.

이번 연구에서는 ISO에서 제안하는 MSI 평가기법과 달리 VIR와 VSR의 개념을 도입하여 분석하였다. MSI 평가기법을 사용하지 않은 이유는, MSI는 Z축 방향의 진동을 계측하여 Fig. 1의 가중치 값을 대입하여 평가하는 방법으로 X축과 Y축 방향 운동을 반영하지 않으며, 다른 방향의 선체운동이 멀미에 어떤 영향을 미치는지 파악하기 곤란하다. VIR와 VSR 평가방법은 다음과 같이 정의하였다.

VIR은 설문 조사에 응답한 실습항해사와 실습기관사 중에서 당직을 시작하고 2시간 이내에 실제로 구토를 한 학생을 백분율로 나타낸 지수(VIR 1 = 100%)이며, VSR은 Table 6의 구토증상 10가지 중에서 각 증상 당 자신이 현재 느끼고 있는 정도를 체크하여 백분율로 환산한 점수(VSR 1 = 100%)이다.

$$VIR(\%) = \frac{N_v}{N_{total}} \times 100(\%) \tag{3}$$

여기서, N_v : 당직근무학생 중 2시간 이내 구토한 학생의 수
 N_{total} : 총 당직근무학생의 수

$$VSR(\%) = \frac{S_q}{S_{total}} \times 100(\%) \quad (4)$$

여기서, S_q : 설문응답점수
 S_{total} : 설문의 총점(40)

Table 6. Motion sickness susceptibility questionnaire

Symptoms	Score			
	4	3	2	1
Epigastric discomfort	4	3	2	1
Nausea	4	3	2	1
Pallor	4	3	2	1
Cold sweating	4	3	2	1
Dry mouth	4	3	2	1
Headache	4	3	2	1
Dizziness	4	3	2	1
Drowsiness	4	3	2	1
Eye strain	4	3	2	1
Apathy	4	3	2	1

4 : Very much so 3 : Moderately
 2 : Slightly 1 : Not at all

4. 실험 결과

논문의 간결성을 위해 Heaving(He), Pitching(Pi), Rolling(Ro), Heaving period(Hp), Rolling period(Rp)로 표현한다.

4.1 계측결과

Table 7은 실습항해사와 실습기관사의 VIR과 VSR, 선박운동계측값을 나타낸 것이며, Fig. 6은 선체운동 계측값을 그래프로 나타낸 것이다. 표와 같이 조타실 근무자(실습항해사)와 기관실 근무자(실습기관사)의 VIR값과 VSR값에 차이가 있는 것을 알 수 있다. 세부적인 내용은 아래 4.2절에서 기술한다. 10월 16일과 26일의 VIR, VSR, He, Hp, Rp 값이 다른 날과 비교해 큰 차이를 보이고 있다. 16일과 26일은 위 Table 5에서 보는 바와 같이 Beaufort scale 5~6으로 측정된 날이다.

He값이 증가할 때 Pi값도 증가하였으며 Hp와 Rp값은 감소되는 경향을 보였다. Ro값의 크기도 He나 Pi값과 다소 연관성은 있으나 해상상태가 좋은 날에도 Ro값이 크게 측정된 것을 볼 때, 파도와 선박 간 만남 각의 영향과 변침 시 발생하는 선박경사 특성과 연관이 있는 것으로 판단된다.

4.2 조타실 근무자와 기관실 근무자의 VIR, VSR 비교

Fig. 7은 조타실 근무자(실습항해사)와 기관실 근무자(실습기관사)의 VIR과 VSR값을 비교한 그래프이다. 실습항해사의 VIR값이 실습기관사의 VIR값보다 높은 것으로 조사되었으며 이와 반대로 VSR값은 실습기관사에서 높게 측정되었다. 실습항해사의 VIR값이 높은 이유는, 조타실은 선체운동 뿐만 아니라 시각적인(조타실 현창을 통해 보이는 외부 환경)를 동시에 느낄 수

있는 공간으로 선체운동 요소와 시각적 요소가 결합되어 나타나는 결과로 보이며, 실습기관사에서 VSR값이 높게 나온 이유는, 기관실 내의 소음과 진동, 냄새, 환기 등의 요소로 인해 두통과 현기증 등을 느끼는 사람이 많기 때문으로 판단된다.

He값이 2.3m로 가장 크게 측정된 10월 16일 10시의 VIR의 값이 다른 시기의 VIR값보다 적게 산출된 이유는 16일 10시는 출항 후 1시간이 되는 시점으로 이때까지 멀미에 대응하기 위한 신체 반응이 한계점에 도달하지 않았기 때문으로 사료된다. 이는 선체운동이 크다고 해서 즉시 멀미 증상이 나타나는 것이 아님을 시사한다. 22일 22시의 경우 1.1m의 He값에 비해 VIR과 VSR의 값이 낮게 측정된 이유는 Rp의 증가에 따른 결과로 보인다.

Table 7. Measurement Results

Item	VIR(A/O)*	VIR(A/E)*	VSR(A/O)*	VSR(A/E)*	He(m)	Pi(°)	Ro(°)	Hp(s)	Rp(s)
16th 10:00	0.1	0.2	0.4	0.6	2.3	2.1	2.0	6.4	9.5
16th 14:00	0.4	0.3	0.6	0.6	1.9	1.2	1.6	6.2	9.8
16th 18:00	0.5	0.1	0.5	0.5	1.2	0.9	1.8	6.3	10.4
16th 22:00	0.4	0.1	0.6	0.5	0.5	0.3	2.2	8.0	11.3
17th 02:00	0.1	0.1	0.3	0.4	0.3	0.4	1.2	9.5	10.8
22nd 14:00	0.1	0.0	0.3	0.3	0.4	0.6	2.7	7.7	11.1
22nd 18:00	0.1	0.1	0.3	0.4	0.6	0.7	1.8	7.6	12.1
22nd 22:00	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	1.8	7.7	10.8
23rd 02:00	0.0	0.1	0.3	0.5	0.5	0.7	1.8	7.6	10.8
23rd 06:00	0.1	0.0	0.4	0.3	0.3	0.4	1.8	8.2	13.3
26th 18:00	0.0	0.0	0.3	0.3	0.6	0.6	2.5	7.1	13.2
26th 22:00	0.0	0.3	0.3	0.5	1.1	0.8	2.5	6.3	12.3
27th 02:00	0.0	0.0	0.3	0.3	0.6	0.7	3.0	8.3	12.6
30th 18:00	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.1	1.4	9.4	14.7
30th 22:00	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.1	2.5	10.2	12.7
31st 02:00	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.1	2.1	10.9	14.5
31st 06:00	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.1	3.4	8.9	17.5

*A/O : Apprentice officer

*A/E : Apprentice engineer

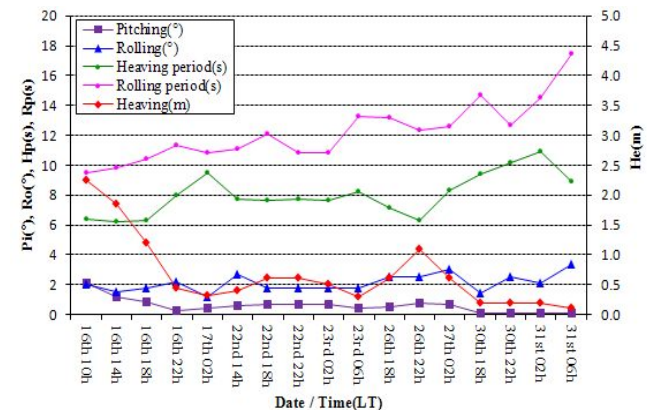


Fig. 6. Ship's motion during the experiment.

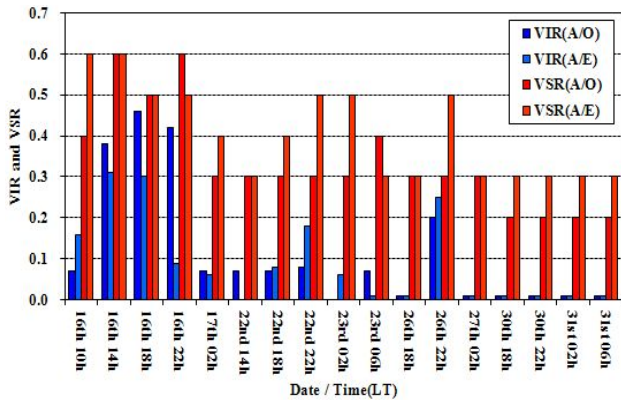


Fig. 7. VIR / VSR difference between apprentice officers and apprentice engineers.

4.3 상관관계 분석

Table 8과 Table 9는 각 선체운동과 VIR, VSR의 상관관계를 통계프로그램을 이용하여 분석한 것이다. 표에서 보는 바와 같이 VIR은 He, Hp, Rp와 높은 상관관계($r > 0.6$)를 보였으며 Pi와 Ro는 보통($0.3 < r < 0.6$)으로 나타났다, VSR의 경우 He, Pi, Hp, Rp와 높은 상관관계($r > 0.6$)를 보였고 Ro와는 보통으로 나타났다. VIR과 VSR이 He와 Hp에서 높은 상관관계가 있는 것으로 보아 멀미는 X, Y축 방향 선체운동보다 Z축(수직)방향 선체운동과 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다.

Table 8. Correlations among heaving, Pitching, Rolling, heaving period, rolling period about VIR

Item	A	B	C	D	E	F
A	1.00					
B	0.63	1.00				
C	0.45	0.94	1.00			
D	-0.35	-0.20	-0.17	1.00		
E	-0.62	-0.76	-0.75	0.05	1.00	
F	-0.61	-0.65	-0.69	0.49	0.58	1.00

A : VIR(Ave. A/O and A/E) B : Heaving(m)
 C : Pitching(°) D : Rolling(°)
 E : Heaving period(s) F : Rolling period(s)

Table 9. Correlations among heaving, Pitching, Rolling, heaving period, rolling period about VSR

Item	A	B	C	D	E	F
A	1.00					
B	0.75	1.00				
C	0.65	0.94	1.00			
D	-0.38	-0.20	-0.17	1.00		
E	-0.71	-0.76	-0.75	0.05	1.00	
F	-0.74	-0.65	-0.69	0.49	0.58	1.00

A : VSR(Ave. A/O and A/E) B : Heaving(m)
 C : Pitching(°) D : Rolling(°)
 E : Heaving period(s) F : Rolling period(s)

4.4 ISO 멀미평가기법과 비교

ISO에서는 0.63 Hz 이하의 저주파운동에 일정시간 노출되면 멀미 증상을 느끼며 이 중에서 0.15 Hz(주기 6.7초) 저주파운동에서 가장 높은 멀미 증상을 보인다고 제시하였다. 이번 실험에서도 Fig. 8과 같이 Hp가 6.3초 일 때 즉, 0.16 Hz에서 가장 큰 VIR값과 VSR값을 보였다. Hp가 10초 이상일 경우 VIR값과 VSR값이 크게 감소하였다. 이번 실험에서 Hp 6.0초 이하에 대한 데이터는 얻을 수 없었지만, 멀미 유발 패턴 측면에서 ISO에서 제안하는 결과와 유사함을 알 수 있다.

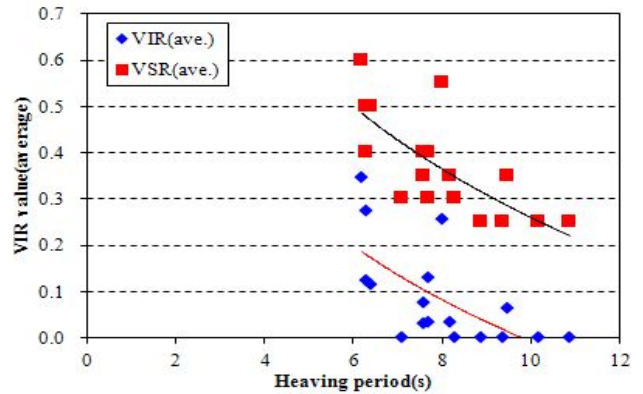


Fig. 8. Trend line of VIR(average) and VSR(average).

4.5 멀미 유발 예측

위 4.3절 결과와 같이 멀미는 X축과 Y축 방향의 선체운동보다 Z축 방향 선체운동과 밀접한 관계이다. 따라서 He의 크기와 주기를 기준으로 하는 멀미 유발 예측 식을 정리하면 식(5)~식(8)과 같다.

$$\text{Prediction VIR}(\%)_{He} = 0.0375e^{0.52x} \tag{5}$$

$$\text{Prediction VSR}(\%)_{He} = 0.218e^{0.25x} \tag{6}$$

$$\text{Prediction VIR}(\%)_{Hp} = 0.413e^{-0.67x} \tag{7}$$

$$\text{Prediction VSR}(\%)_{Hp} = 0.556e^{-0.15x} \tag{8}$$

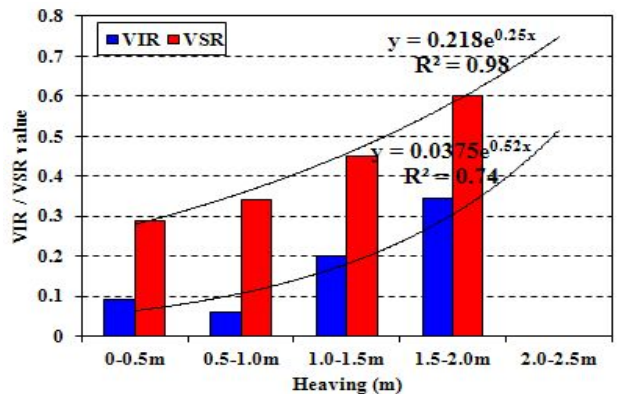


Fig. 9. Prediction of VIR and VSR by Heaving height(m).

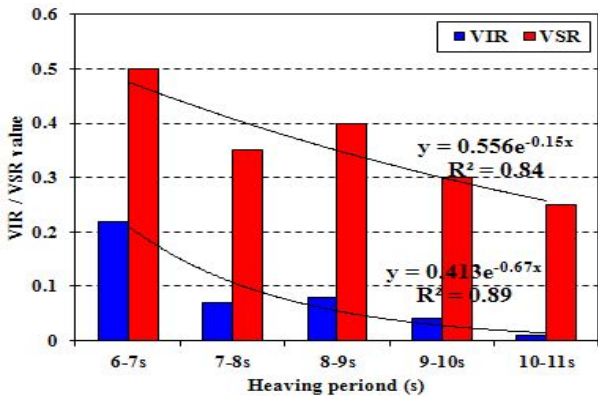


Fig. 10. Prediction of VIR and VSR by Heaving period(s).

5. 결론

선박이 해상 교통수단으로 개발된 이후 이제까지 많은 사람들이 멀미로 고통을 받아 왔으나 아직까지 정확한 원인과 치료, 예방에 대해 잘 알려져 있지 않고 현재 해상, 항공, 우주, 도로 등 여러 분야에서 멀미 연구가 진행 중이다.

이 연구는 승선경험이 없는 실습항해사와 실습기관사를 대상으로 멀미증상 설문을 수행하였으며, 설문결과를 바탕으로 VIR과 VSR을 산출하였고 조타실 근무자와 기관실 근무자 간의 차이를 비교·분석하였다. 또한 X, Y, Z축 방향의 선체운동 성분과 멀미의 상관관계에 대해 분석하였고, 이 중에서 멀미와 가장 밀접한 선체운동 성분을 기준으로 멀미 유발에 대해 연구하였다. 이 연구의 결론은 다음과 같다.

- (1) 동일한 상황에서 조타실 근무자와 기관실 근무자가 느끼는 멀미 지수는 위치적, 환경적 요소의 영향으로 차이가 있다. 조타실 근무자의 VIR값이 기관실 근무자의 VIR값보다 높게 조사되었으며 이와 반대로 VSR값은 기관실 근무자에서 높았다.
- (2) 출항 후 약 1~2시간 이내에서 악천후의 경우라도 구토 발생과 구토증상이 즉각 나타나는 것은 아니며 멀미는 선체운동에 대한 피로 누적과 연관이 있다.
- (3) 멀미는 X, Y축 선체운동 성분보다 Z축 성분의 영향을 더 크게 받는 것으로 조사되었으며, 선체운동의 주기가 짧고 운동의 크기는 클 때 높은 구토 발생을 보였다. Heaving의 주기가 6.3초(0.16 Hz)에서 VIR값과 VSR값이 가장 높았고 10초 이상 주기에서 크게 감소하였다.

이번 연구에서는 승선 경험이 없는 학생을 대상으로 멀미 발생 현황을 조사하였고 선체 운동의 수직(Z)축 성분 위주로 연구를 진행하였다. 또한 실험선박과 같이 조타실이 선수에 있고 기관실은 선미에 위치한 선박을 대상으로 하였기 때문

에 선미부근에 조타실과 기관실이 설치된 일반적인 상선에서는 이 논문과 다른 결과를 보일 수 있다. 추후 승선 경력 별 멀미 발생과 수직축 성분 이외 다른 방향의 성분, 가속도 등이 멀미에 미치는 영향이 진행된다면 보다 체계적인 멀미 예측과 선박 거주성과 승선감 향상에 크게 기여할 것으로 기대된다.

References

- [1] Golding, J. F.(1998), Motion sickness susceptibility questionnaire revised and its relationship to other forms of sickness. Brain Research Bulletin, Vol. 47, No. 5, pp. 507-516.
- [2] Han, G. H. and H. T. Kim(2011), Cause of Cybersickness induction and Reduction Method, The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology, Vol. 23, No. 2, pp. 290-292.
- [3] ISO(1985), Evaluation of Human Exposure to Whole-body Vibration-Part 3 : Evaluation of Exposure to Whole-body Z-axis Vertical Vibration in the Frequency Range 0.1 to 0.63 Hz, ISO 2631-3.
- [4] ISO(1997), Mechanical Vibration and Shock-Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration-Part 1 : General Requirements, ISO 2631-1.
- [5] Jang, H. G., S. H. Kim, C. M. Song, S. H. Kim and S. I. Hong(2003), Study on the Motion Sickness Dose Values in Express Buses, The Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 13, No. 7, p. 549.
- [6] Jeong, S. H.(2010), Motion sickness, Korean Journal of Aerospace and Environmental Medicine, Vol. 19, No. 3, pp. 87-88.
- [7] Lawther, A. and M. J. Griffin(1987), Prediction of the Incidence of Motion Sickness from the Magnitude, Frequency and Duration of Vertical Oscillation, The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 82, pp. 957-966.
- [8] Yoon, H. G., G. J. Lee and D. G. Lee(2008), Development of the Motion Monitoring System of a Ship, The journal of Navigation and Port Research, Vol. 32, No. 1, p. 16.

원고접수일 : 2013년 11월 08일

원고수정일 : 2014년 01월 08일 (1차)

2014년 01월 20일 (2차)

게재확정일 : 2014년 02월 25일