

선내 정전조건에서 승선환경 비숙련자의 이동특성 실험 연구

황광일*† · 조익순** · 이윤석**

* 한국해양대학교 기계공학부, ** 한국해양대학교 선박운항과

A Study on Walking Characteristics of Novices at Onboard Environments under Blackout Conditions in a Training Ship

Kwang-Il Hwang*† · Ik-Soon Cho** · Yun-Sok Lee**

* Division of Mechanical Engineering, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

** Department of Ship Operation, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

요 약 : 여객선을 이용하는 대부분의 일반 승객들은 승선환경 비숙련자이기 때문에, 재난환경에서 일반승객의 행동특성을 파악하고 이를 재난대응방안수립에 반영하는 것은 매우 중요한 일이다. 이 연구는 재난상황 중 발생 가능성이 매우 높은 정전조건에서 선내 환경 비숙련자들의 이동특성을 파악한 것이다. 연구성과를 정리하면 다음과 같다. 정상조명조건에 비해 정전조건일 때의 이동시간이 전구간에서는 155.8~247.1%, 복도 구간에서는 56.9~331.7%, 계단 구간에서는 75.3~152.9% 각각 더 소요되는 것으로 측정되었다. 정전조건 시나리오 중에서도 피난유도기구가 설치된 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 이동시간이 전구간에서는 21.6~24.0%, 복도구간에서는 37.7~58.9%, 계단구간에서는 18.7~19.2% 각각 짧았다. 피난유도기구가 없는 정전조건에서 이동에 도움을 준 것이 무엇인가라는 질문에 대해 유효응답자의 60.7%가 벽/계단(35.7%), 핸드레일(25%) 등 선내 구조물을 선택하였고, 28.6%는 개인적 직감에 따라 이동하였다고 응답하였다. 그러나 피난유도기구가 부착된 실험에 참여한 후 동일한 질문에 대해서는 유효답변의 50%가 피난유도기구를 선택하였다.

핵심용어 : 선박, 여객선, 정전, 승객, 승무원, 보행속도

Abstract : Because most of the passengers are not accustomed with onboard environments, it is very important to analyze and predict the behaviors' characteristics of passengers under disasters' conditions, and apply those results for making countermeasures. On this view point, this study focused on the walking characteristics of onboard-novices are tested and analyzed under blackout condition that has high possibility to happen. As a result, comparing to under normal lighting conditions, the waking times under blackout conditions are 155.8~247.1% longer on full path, 56.9~331.7% on corridors, 75.3~152.9% on stairs, respectively. And under the same blackout conditions, walking times in cases of the exit guidance marks being attached on top side of walls saved times, like 21.6~24.0% on full path, 37.7~58.9% on corridors, 18.7~19.2% on stairs, comparing to the cases of exit guidance marks being not attached. On the other hand, after tests under without exit guidance marks, 60.7% among respondents answered that internal structures like wall/stair (35.7%) and handrail (25%) are very helpful to decide way findings, and 28.6% selected personal instincts is important. But 50% responded that exit guide marks are effective to find ways, after the tests under with exit guidance marks.

Key Words : Vessel, Passenger ship, Blackout, Passenger, Crew, Walking speed

1. 서론

국민들의 레저활동 증가와 더불어 국내 연안여객선 이용자수도 매년 5% 이상 꾸준히 증가하고 있다. 이와 더불어, 최근에는 여객선 산업계도 국민에게 안전한 해양문화를 창

출하고 또한 여객환경을 제공하기 위한 차원에서 해상사고와 인명안전 기술개발의 필요성에 주목하기 시작했다.

그러나 295명이 사망하고 9명이 실종된 2014년 세월호 사고를 통해 일반 승객의 피난특성에 관한 연구가 절실함을 충분히 인식했음에도 불구하고, 연안여객산업이 발달한 선진국과 달리 우리나라에서는 여객선 승객의 안전과 관련된 기술개발이 구명기구와 같은 하드웨어에 집중돼 있고, 승선

† Corresponding Author : hwangki@kmou.ac.kr, 051-410-4368

선내 정전조건에서 승선환경 비숙련자의 이동특성 실험 연구

환경에 익숙하지 못한 일반 승객의 피난특성에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다. 국외 연구성과 중 비숙련 승선자를 대상으로 수행된 것으로는 Bles et al.(2001)이 복도 및 계단의 경사와 동요에 따른 보행속도 실험을 수행하였고, Miyazaki et al.(2009)는 선박에서 휠체어 이용자와 그 동행자의 피난특성에 대한 조사를 통해 상호관계를 파악하는 피난자 중심의 연구사례를 찾아볼 수 있다. 그러나 국내에서는 Hwang et al.(2009)의 선내 연기농도가 승선자의 피난시간에 미치는 영향에 대한 연구, Hwang(2013a)의 여객선 승객의 안전의식조사 연구, Kim et al.(2004)과 Hwang(2013b)이 각각 수행한 비상 보행속도실험 연구, 그리고 Lee et al.(2003)과 Hwang and Lee(2014)이 수행한 가상피난상황에서의 승선자 행동특성 연구 등이 각 관점에서 흥미로운 결과를 제시하고 있을 뿐, 화재, 침수, 정전 등과 같은 특정 조건에서 일반 승객의 행동특성, 피난특성, 그리고 각종 구명기구 등에 대한 반응특성에 관한 연구는 찾아볼 수 없다.

선내환경에 익숙하지 않거나 해당 공간에서의 피난교육을 받지 않은 승선자의 재난조건 이동특성을 파악하고 관련 데이터베이스를 구축하는 것은 실질적이고 효과적인 재난 대응전략수립을 위해 매우 중요한 일이다. 이러한 관점에서 출발한 이 연구는 재난상황 중 다양한 원인으로 발생 가능성이 매우 높은 정전조건에서 선내환경에 익숙하지 않은 승선자의 이동특성 파악을 목적으로 한다. 또한 비상구로의 피난유도기구를 벽면에 부착하되 바닥면 혹은 천정면에서 0.3m 이내에 부착하도록 하고 있는 규정(IMO, 2004; MOF, 2014)과 관련하여 피난유도기구 유무에 따른 유효성과 부착 위치에 따른 차이를 분석하였다.

2. 실험 개요

2.1 실험대상 선박 및 공간

이 연구의 실험은 한국해양대학교 운항실습선인 한나라호에서 수행되었다. 해기사 양성을 목적으로 1993년 건조된 한나라호는, Fig. 1에 보이는 것과 같이 Floor deck에서 Compass deck까지 총 8개의 층(deck)로 이루어졌고, Table 1에 정리한 것과 같이 3,640 G/T, 전장 102m 규모이며, 실습생 152명을 포함해 총202명을 승선정원으로 한다.

이 연구에서는 실질적인 선내 정전환경을 만들기 위해, 8개 deck 중 외부로부터 입사되는 빛을 완벽히 제어할 수 있는 Floor deck, Second deck, Main deck를 실험 deck로 선정하였다. 또한 피실험자가 익숙하지 않은 공간에서 실험하기 위하여, 일상생활 중에는 실험참가자들의 통행이 제한된 공간의 복도와 계단으로 이동경로를 구성하였으며, 이를 그림으로 표시하면 Fig. 2와 같다. P01은 Shelter deck의 외부갑판으

로 나가는 출입문이고, Second deck에 위치한 P10은 승무원 체력단련실 출입문이다. 실험 통로는 외형적으로 3개의 계단과 2개의 복도로 보이지만, 실험 측정구간을 세밀히 하기 위하여 복도를 6개로 구분하였고, 이를 각 구간의 크기와 함께 Table 2에 정리하였다.

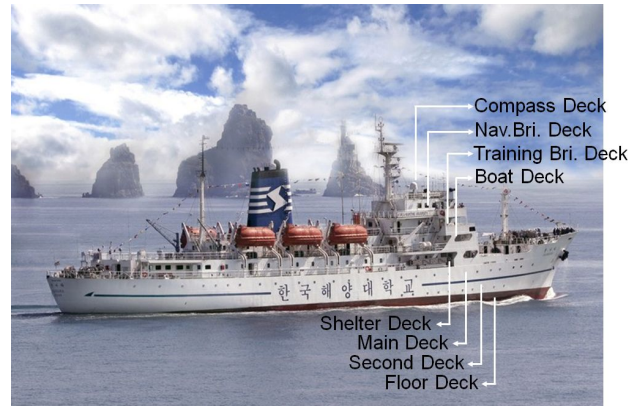


Fig. 1. Appearance of a training ship.

Table 1. Specifications of Training ship HANNARA

Tonnages	Gross	3,640 M/T
	Net on ITC	1,121 M/T
	Deadweight	2,142 M/T
Draft(m)	Summer	5.414 M
	Tropical	5.526 M
	Winter	5.301 M
SPEED Max.	TRIAL (MCR)	17.00
	SERVICE (NCR)	15.25
Overall Length(m)		102.00
Dimensions(L×B×D)(m)	Reg.	94.49×14.50×9.50
	Rule	93.00×14.50×9.50
Complement Person	Office & Crew	39 P
	Instructors	11 P
	Cadets	152 P

2.2 실험 참가자

이 실험에는 승선생활실습을 위해 한나라호에 승선 중인 한국해양대학교 학생 35명이 참가하였다. 남학생 24명, 여학생 11명인 피실험자의 평균연령은 22.3세였고, 남학생의 평균키는 175.7cm, 여학생의 평균키는 162.9cm로 각각 측정되었다. 이는 우리나라 20~24세 남녀의 평균체형(KATS, 2011)을 만족하는 수치이다.

실험시기는 피실험자들이 승선생활을 시작한지 1주일 경과한 2015년 3월 9일 19:00~23:00시와 10일 같은 시간대에 수행되었고, 실험공간은 안전한 실험을 위해 실험 수행 전 간단히 내부구조에 대한 견학교육만이 이루어졌을 뿐, 평소에

는 학생들의 자유로운 출입이 제한된 곳이다. 즉, 피실험자는 승선생활에 충분히 익숙해지기 전이며, 실험공간과 경로에 대한 숙련도가 매우 낮기 때문에, 피실험자 35명을 실험 목적에 부합하는 승선환경 비숙련 상태로 판단할 수 있다.

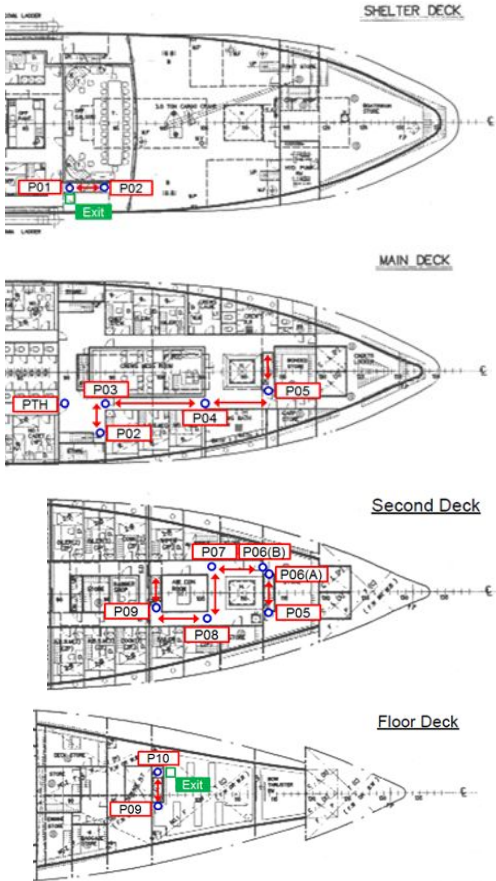


Fig. 2. Movement paths for trials (P01↔P10).

Table 2. Scenarios for walking trials

	Path	Type	Size [m×m×m]
			For Corridor:length×width×height For Stair:height×depth×number(∠angle)
1	P10↔P09	Stair	0.26 × 0.23 × 11(∠48.5°)
2	P09↔P08	Corridor	4.47 × 1 × 2.1
3	P08↔P07	Corridor	4.8 × 1 × 2.1
4	P07↔P06(B)	Corridor	2.2 × 1.12 × 2.1
6	P06(A)↔P05	Stair	0.24 × 0.24 × 11(∠45.0°)
7	P05↔P04	Corridor	5.74 × 1.5 × 2.1
8	P04↔P03	Corridor	7.89 × 1 × 2.1
9	P03↔P02	Corridor	2.8 × 0.99 × 2.1
10	P02↔P01	Stair	0.24 × 0.18 × 11(∠53.1°)

2.3 실험 시나리오

정전조건에서의 이동특성을 파악하기 위해 Table 3에 정리한 것과 같이 6개의 시나리오를 설정하였다. 대조실험을 위한 시나리오 1, 2(SN1, SN2)는 정상조명조건이고, 시나리오 3, 4, 5, 6은 정전조건이지만, 시나리오 3, 4(SN3, SN4)에는 피난유도기구가 없고, 시나리오 5, 6(SN5, SN6)에는 피난유도기구가 통로의 벽면 상부에 부착되었다. 또한 일반적으로 인간은 상향보행(SN1, SN3, SN5)과 하향보행(SN2, SN4, SN6) 특성이 다르기 때문에 이를 반영하였다.

실험순서는 피실험자가 실험공간에 익숙해지는 것을 최소화시키기 위하여, 첫째날에 SN5, SN6를 수행한 후 SN1, SN2를 차례로 수행하였고, 둘째날 SN3, SN4를 수행하였다.

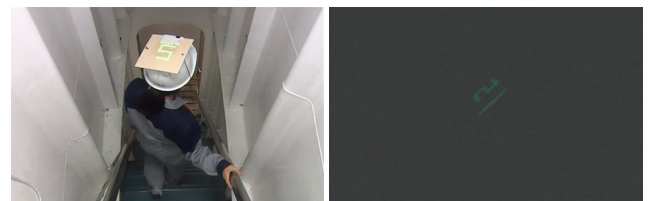
Table 3에서 이동방향 상향은 P10에서 P01로 이동하는 것을, 하향은 P01에서 P10으로 이동하는 것을 각각 의미한다.

Table 3. Scenarios for walking experiments

	SN1	SN2	SN3	SN4	SN5	SN6
Light	On	On	Off	Off	Off	Off
Exit Guidance	No	No	No	No	Yes	Yes
Movement direction	Up	Down	Up	Down	Up	Down
Trial process	3	4	5	6	1	2
Trial date	2015.03.09		2015.03.10		2015.03.09	

2.4 실험 방법

이 실험에서는 Fig. 2에 표시된 각 측정점에서 피실험자의 이동시간을 측정하였다. 시간측정 방법은 캠코더 10대를 각 포인트 천정에 설치하여 피실험자의 통과시간을 녹화하였고, 피실험자에게는 Fig. 3에 보이는 것과 같이 측광식 번호판을 안전모 상부에 부착하게 함으로써 정전조건에서도 캠코더에 확인할 수 있도록 하였다. 또한 적외선 카메라 1대를 Main deck의 PTH 지점에 설치하여 어둡속 피실험자의 행동(motion)을 관찰하였다.



(a)Scene of trial under normal lights (b)Scene of trial under blackout

Fig. 3. Scenes captured during trials.

시나리오 SN3, SN4 실험에서는 정전조건을 만들기 위해 기본적으로 실험공간의 모든 조명용 전력을 차단하여 소등

선내 정전조건에서 승선환경 비숙련자의 이동특성 실험 연구

하고, 전력차단 후에도 점등되어 있는 비상등과 외부 빛이 입사되어 들어오는 외창문 등을 검은 커튼으로 덮어 완벽한 암흑환경을 만들었다. SN5, SN6 실험에서는 SN3, SN4와 선내환경은 동일하게 한 후 국내기준(MPSS, 2015)을 만족하는 화살표 모양의 축광식 피난유도기구를 벽면의 천정면 아래 0.2 m 높이에 부착하였다.

3. 실험 결과

실험 과정에서 피실험자의 보행 특성을 파악한 결과, 피실험자가 모든 구간에서 반드시 직진 이동한다고 판단하기 어려웠기 때문에 실험결과를 상대비교하기 위해 이 논문에서는 보행속도가 아닌 이동시간을 분석하였다.

3.1 이동시간

3.1.1 전구간에서의 이동시간

6개 시나리오에 대한 전구간의 이동시간 측정결과를 Fig. 4에 정리하였다. 우선, 조명조건은 같지만 이동방향이 다른 SN1과 SN2, SN3와 SN4, SN5와 SN6를 비교해 보면 평균이동시간이 각각 3.5초, 20.5초, 12.5초 차이가 발생하였고, 모두 하향이동시간이 더 소요되는 것으로 측정되었다.

정상조명조건에 대한 정전조건에서의 이동시간을 비교해 보면, 상향이동인 경우 정상조명조건인 SN1에 비해 정전조건이지만 피난유도기구가 없는 SN3에서는 226.5%(92.2초), 정전조건으로 피난유도기구가 있는 SN5에서는 155.8%(63.4

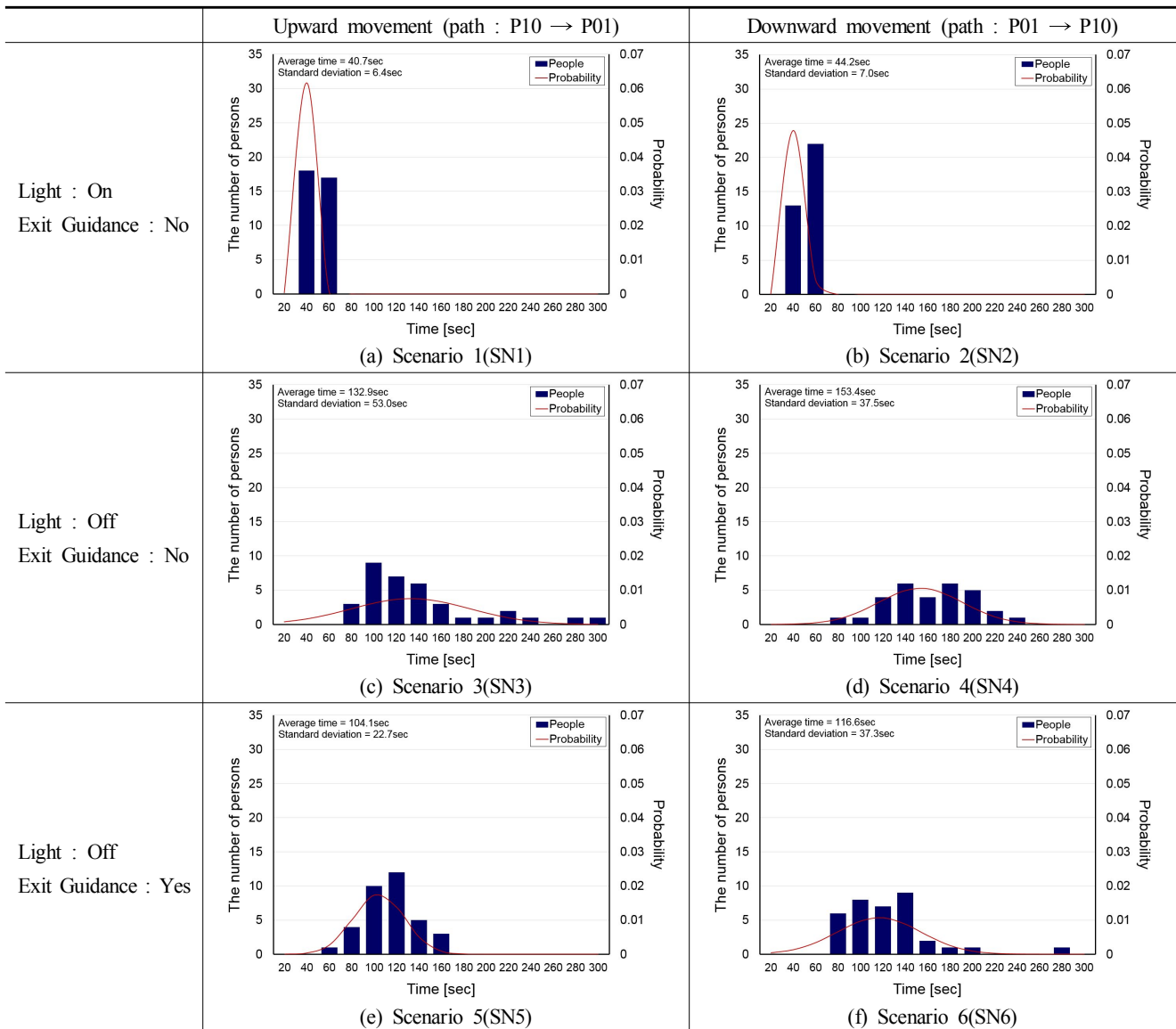


Fig. 4. Walking times on full path of each scenario.

초)가 더 소요되었고, 하향이동인 SN2에 비해 SN4에서는 247.1%(109.2초), SN6에서는 163.8%(72.4초)가 더 소요되었다. 정전조건 시나리오 중에서도 피난유도기구가 있는 경우와 없는 경우를 비교해 보면, 상향이동일 때 피난유도기구가 있는 조건인 SN5에서의 이동시간이 피난유도기구가 없는 조건인 SN3에 비해 21.6%(28.8초), 하향이동에서는 SN6가 SN4에 비해 24.0%(36.8초) 만큼 빠르게 나타났다.

또한 이동시간의 빈도수와 확률분포를 보면, 상향이동, 하향이동 모두 정전조건에서의 이동시간편차가 정상조명조건의 이동시간편차 보다 큰 것을 알 수 있는데, 이는 정전조건에서 실험공간에 익숙하지 않은 피실험자의 불안한 심리가 행동에 다양하게 반영되었기 때문이라고 분석된다.

3.1.2 복도에서의 이동시간

Fig. 5는 복도에서의 이동시간 측정결과를 정리한 것이다. 결과값은 다르지만, 기본적으로는 앞 절에서 분석한 전구간에서의 이동 특성과 매우 유사한 특성을 보인다. 상향이동인 경우에는 정상 조명조건인 SN1에 비해 정전조건인 SN3과 SN5에서 이동시간이 각각 331.7%(41.8초), 169.0%(21.3초) 만큼 더 소요되었고, 하향이동인 경우에는 정상조명조건인 SN2에 비해 정전조건인 SN4와 SN6에서 각각 281.2%(55.4초), 56.9%(11.2초)만큼 더 소요된 것으로 측정되었다. 정전조건 시나리오 중에서도 피난유도기구가 있는 경우와 없는 경우를 비교해 보면, 상향이동일 때 피난유도기구가 있는 조건인 SN5에서의 이동시간이 피난유도기구가 없는 조건인 SN3

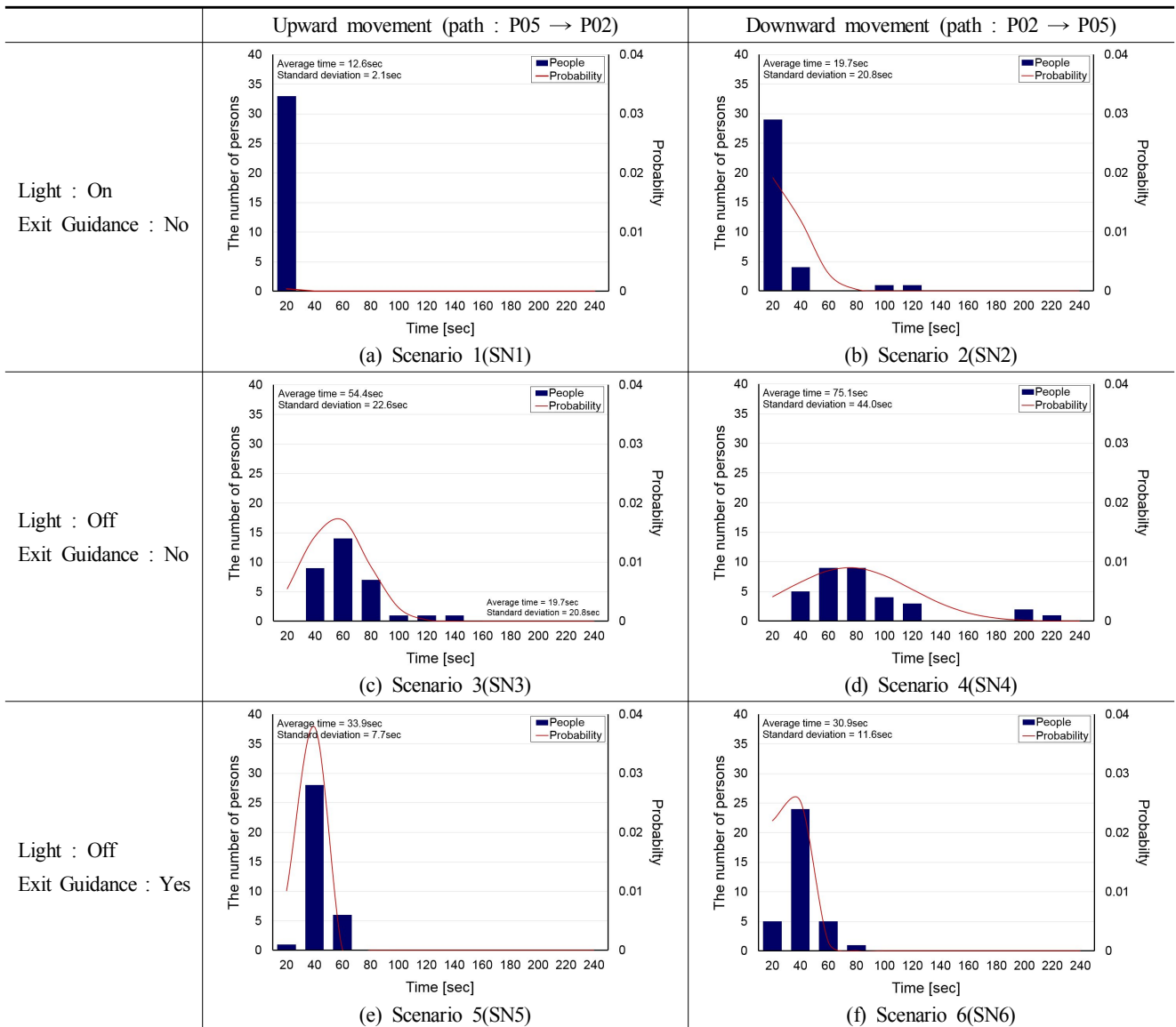


Fig. 5. Walking times on corridor of each scenario.

선내 정전조건에서 승선회경 비숙련자의 이동특성 실험 연구

에 비해 37.7%(20.5초), 하향이동에서는 SN6가 SN4에 비해 58.9%(44.2초) 만큼 빠르게 나타났다.

3.1.3 계단에서의 이동시간

계단에서의 이동시간 측정결과를 Fig. 6에 정리하였다. 계단에서의 이동특성 경향도 앞 절과 매우 유사하게 나타났다. 상향이동인 경우에는 정상 조명조건인 SN1에 비해 정전 조건인 SN3와 SN5에서 이동시간이 각각 115.9%(8.9초), 75.3% (5.8초)만큼 더 소요되었고, 하향이동인 경우에는 정상조명 조건인 SN2에 비해 정전조건인 SN4와 SN6에서 각각 152.9% (10.7초), 104.3%(7.3초)만큼 더 소요된 것으로 측정되었다. 정전조건 시나리오 중에서도 피난유도기구가 있는 경우와

없는 경우를 비교해 보면, 상향이동일 때 피난유도기구가 있는 조건인 SN5에서의 이동시간이 피난유도기구가 없는 조건인 SN3에 비해 18.7%(3.1초), 하향이동에서는 SN6가 SN4에 비해 19.2%(3.4초) 만큼 빠르게 나타났다.

평지인 복도에서의 결과를 정리한 Fig. 5와 경사진 계단에서의 결과를 정리한 Fig. 6의 같은 시나리오의 이동시간 확률분포곡선을 비교해 보면, 복도보다 계단에서의 확률분포 곡선 형상이 상대적으로 넓게 그려져 있음을 알 수 있다. 이는 복도에서의 이동보다 계단을 이동할 경우에 다음 발걸음을 결정하기 위한 의사결정시간 혹은 행동으로 옮기는데 걸리는 시간에 대한 개인별 차이가 비해 크기 때문으로 해석된다.

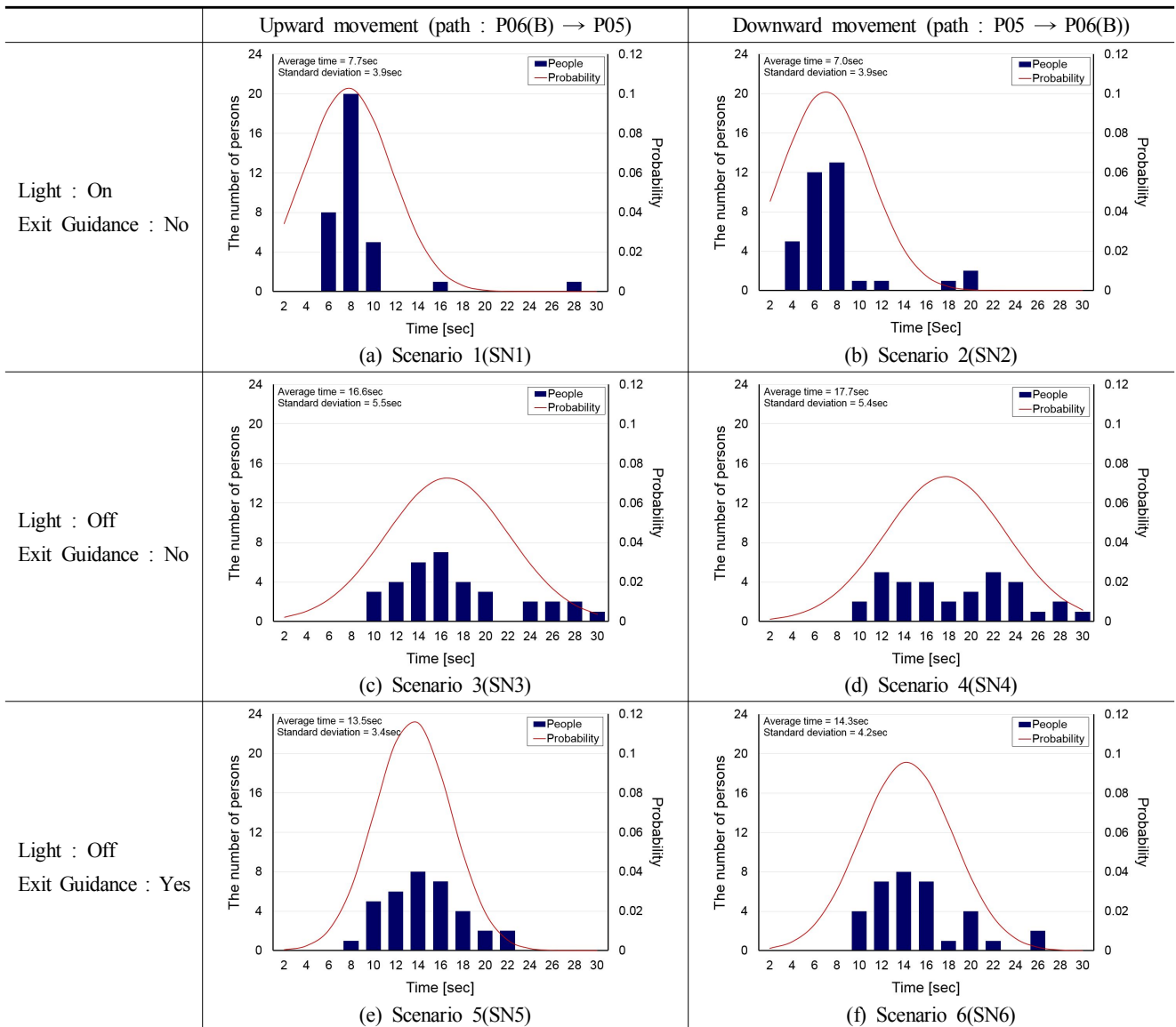


Fig. 6. Walking times on stairs of each scenario.

3.1.4 피난유도기구 부착 높이에 따른 이동시간

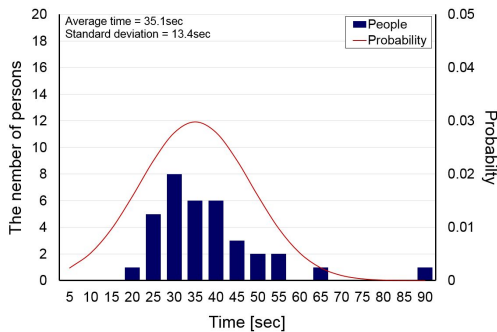
피난유도기구의 높이에 따른 이동시간 영향을 파악하기 위하여, Fig. 2에 표시된 P06(B)에서 P09의 이동경로에 Fig. 7에 보이는 것과 같이 상부 혹은 하부에 피난유도기구를 설치한 후 정전조건에서의 이동시간을 각각 측정하였다.

Fig. 8의 측정결과는 피난유도기구가 상부에 부착되어 있는 경우의 평균 이동시간(35.1초)보다 하부에 부착된 경우(32.8초)의 이동시간이 6.6% 짧고, 표준편차도 작다는 것을 보여준다.

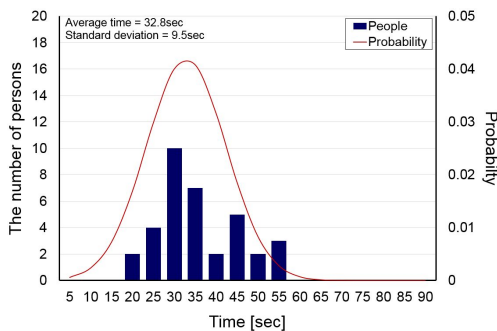


(a) Exit Guidance attached at wall (b) Exit Guidance attached at Floor

Fig. 7. Movement paths for experiments.



(a) Exit guidance marks positioned at top side of wall



(b) Exit guidance marks positioned at floor

Fig. 8. Walking times on path(P06(B) → P09) according to the height of exit guidance marks being attached under Scenario 5(SN5).

3.2 의식조사

피난유도기구 부착된 정전조건 실험이 종료된 후 실시한

“정전조건실험 시 이동에 도움을 준 것은 무엇인가?”라는 질문에 대해, Table 4에 응답결과를 정리한 것과 같이, 유효답변의 50%가 피난유도기구를 선택하였고, 26.5%가 벽/계단을 선택하였다. 그러나 피난유도기구가 없는 정전조건 실험 후에 실시한 동일한 질문에 대해서는 유효응답자의 60.7%가 손으로 더듬을 수 있는 벽/계단(35.7%), 핸드레일(25%) 등 선내 구조물이 이동에 도움 주었다고 응답했고, 28.6%는 개인적 직감에 따라 이동하였다고 응답하였다.

또한 Table 5에 제시된 것처럼 피난유도기구의 유효성에 대한 질문에 대해서는 94.3%의 피실험자가 정전조건에서 피난유도기구가 유효하다고 응답하였다.

Table 4. Survey result on the question “Select item which let you know the direction to move under blackout”

	Test with guidance indication	Test without guidance indication
Guidance indication	17 (50%)	0 (0%)
Instinct	0 (0%)	8 (28.6%)
Wall/Stair	9 (26.5%)	10 (35.7%)
Blocked path	5 (14.7%)	3 (10.7%)
Handrail	0 (0%)	7 (25%)
Etc	3 (8.8%)	0 (0%)
Sum	34 (100%)	28 (100%)

Table 5. Survey result on the question “Do you think the exit guidance is effective under blackout?”

	Respondents
Highly yes	26 (74.3%)
Yes	7 (20.0%)
Neutral	2 (5.7%)
No	0 (0%)
Highly no	0 (0%)
Sum	35 (100%)

4. 결론

전문교육을 이수한 승무원들과 달리 여객선을 이용하는 대부분의 일반 승객들은 승선환경 비숙련자이기 때문에, 재난에 대한 인명안전전략수립을 위해서는 일반승객의 피난특성을 파악하는 것이 매우 중요한 일이다. 이러한 관점에서 수행된 이 연구는 비정상상황인 정전조건에서 선내환경 비숙련자들의 이동특성 파악을 목적으로 하였다.

실험을 통해, 정전조건에서의 이동시간이 정상조명조건에 비해 더 소요되지만, 정전조건에서 피난유도기구가 설치된 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 이동시간이 짧은 것으로 측정되었다. 복도와 계단 구간에서도 유사한 결과를 확인할 수 있었다. 설문조사에서, 정전조건에서 피난유도기구가 없는 경우에는 벽, 계단, 핸드레일 등 선내 구조물을 이용하여 피난하는 경우가 많았고, 피난유도기구가 설치된 경우에는 피난유도기구의 도움을 가장 많이 받은 것으로 나타났다.

정상조명조건에 비해 정전조건일 때, 복도보다 계단구간에서 피실험자들의 이동시간 확률분포의 형상이 폭 넓게 분포하였다. 이는 이동조건(정전조건, 계단구간)이 열악해질수록 전진이동을 위한 의사결정에 소요되는 시간에 개인별 차이가 커지기 때문이며, 정전조건과 같은 상황에서 피난자들의 피난활동 편차를 최소화시키기 위한 적절한 피난활동 지원방법이 제공되어야함을 의미한다.

또한 복도보다 계단에서의 이동시간 확률분포곡선 형상이 상대적으로 넓게 나타났는데, 이는 동일한 정전조건에서도 수평형 선내구조와 수직형 선내구조에 따라 승선자를 위한 피난유도전략이 달라야만 함을 설명하는 것이다.

선내 정전조건 실험 데이터를 찾아보기 어려운 현실에서 이 연구성과는 의미있다고 판단되며, 향후 여객선 등의 재난대응전략수립에 기초자료로 활용되기를 기대한다. 또한 정전조건에서의 선내 이동실험은 피실험자들의 인적안전 관점에서 많은 인원이 참여할 수 없는 현실적 제약이 있지만, 향후 인명안전을 위한 해상재난대응기술을 개발하기 위해 다양한 연령대가 참여하는 추가적인 실험이 수행되어야만 한다.

후 기

이 논문은 ㈜에스제이기업이 지원한 “해양분야 탈출설비 표식에 따른 효과검증 연구용역(2015)” 결과의 일부로, 관계자 여러분들과 실험에 참여해준 한국해양대학교 해사대학 학생들에게 감사드린다. 또한 이 논문은 “선내 정전 조건에서 비숙련 승선자의 보행속도”(2015년도 춘계학술발표회 (사)해양환경안전학회, 2015.04.23~24., pp. 85~87)라는 제목으로 발표된 논문을 수정 보완한 내용을 포함하고 있다.

References

- [1] Bles, W., S. Nooy and L. C. Boer(2001), Influence of Ship Listing and Ship Motion on Walking Speed, Proceedings of Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics, pp. 437-452.
- [2] Hwang, K. I., D. K. Shin, Y. J. Kim, J. H. Youn, S. I. Lee and W. H. Hong(2009), A Case Study on the Passengers' Evacuation Times according to the Fire Smoke Density On a Ship, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 33, No. 2, pp. 369-376.
- [3] Hwang, K. I.(2013a), A Koreans' consciousness survey on the onboard safety of domestic passenger ship, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 38, No. 4, pp. 495-501.
- [4] Hwang, K. I.(2013b), An Experiment on Walking Speeds of Freshmen Unexperienced in Shipboard Life on a Passenger Ship, Journal of Korean Institute of Navigation and Port Research, Vol. 37, No. 3, pp. 239-244.
- [5] Hwang, K. I. and Y. S. Lee(2014), A Comparative Study on Evacuation Behavior Characteristics of Trainees according to Experience Level on board a Training Ship, Journal of Korean Institute of Navigation and Port Research, Vol. 38, No. 3, pp. 233-238.
- [6] IMO(2004), SOLAS, Chapter II-2, Regulation 13, 3.2.5 Marking of escape routes.
- [7] Kim, H. T., D. K. Lee, J. H. Park and S. K. Hong(2004), The Effect on the Mobility of Evacuating Passengers in Ship with Regard to List and Motion, IE Interfaces, Vol. 17, No. 1, pp. 22-32.
- [8] KATS(2011), 2011 Size Korea - Final Report, Korean Agency for Technology and Standards, 2011.12.15.
- [9] Lee, D. K., H. T. Kim and J. H. Park(2003), Human Behavioral Experiment for Evacuation Analysis, Journal of the Society of Naval Architecture of Korea, Vol. 40, No. 2, pp. 41-48.
- [10] Miyazaki, K., M. Katuhara, H. Matsukura and K. Hirata (2009), Evacuation Simulation for Disabled People in Passenger ship, 10th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled People.
- [11] MOF(2014), Ships' Utilities Standards, Regulation 2014-168, Ministry of Oceans and Fisheries, 2014.12.29.
- [12] MPSS(2015), Technical Standard on Product Test & Verification for Lighting-Accumulation Type Marks, Notification No.2015-62, Ministry of Public Safety and Security, 2015.01.06.

Received : 2015. 11. 06.

Revised : 2015. 12. 08. (1st)

: 2015. 12. 18. (2nd)

Accepted : 2016. 02. 25.